JOURNAL

DE

L'ANATOMIE

ET DE

LA PHYSIOLOGIE

NORMALES ET PATHOLOGIQUES

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

(FONDÉ PAR CHARLES ROBIN)

PUBLIÉ PAR MM.

GEORGES POUCHET

Professeur au Muséum d'histoire naturelle,

ET

MATHIAS DUVAL

Membre de l'Académie de médecine, professeur à la Faculté de médecine,

AVEC LE CONCOURS DE

MM. les Drs BEAUREGARD, CHABRY et TOURNEUX

VINGT-CINQUIÈME ANNÉE

1889

PARIS

ANCIENNE LIBRAIRIE GERMER BAILLIÈRE ET Cie

FÉLIX ALCAN, ÉDITEUR

108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 108

—

1889

TABLE DES MATIÈRES

DU TOME VINGT-CINQUIÈME.

ANATOMIE HUMAINE, GÉNÉRALE, COMPARATIVE

PHYSIOLOGIE

EMBRYOLOGIE, TÉRATOLOGIE

ZOOLOGIE ET BOTANIQUE

ANALYSES ET EXTRAITS

TABLE DES AUTEURS

Le Propriétaire-Gérant :
FÉLIX ALCAN.

Coulommiers. — Imp. P. BRODARD et GALLOIS.

JOURNAL

DE

L'ANATOMIE

ET DE

LA PHYSIOLOGIE

NORMALES ET PATHOLOGIQUES

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

COULOMMIERS. — TYPOGRAPHIE P. BRODARD ET GALLOIS.

JOURNAL

DE

L'ANATOMIE

ET DE

LA PHYSIOLOGIE

NORMALES ET PATHOLOGIQUES

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

AVIS

Un recueil comme le *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, qui compte déjà vingt-quatre années d'existence, doit avoir une tradition. — Cette tradition, il est du devoir de ceux qui le dirigent de la maintenir et d'en assurer la durée. Ch. Robin, en fondant le *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, n'a jamais recherché les avantages personnels que peut donner la conduite et la direction d'un organe autorisé. Il n'eut en vue que l'intérêt de l'Anatomie générale dont il est resté en France, après Bichat, la plus haute personnification. En 1876, il nous appelait à partager avec lui les soucis et les soins d'une publication qu'il avait d'abord entreprise seul; à notre tour nous devions songer à l'avenir et nous préoccuper de laisser après nous le *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie* en des mains qui sauraient le maintenir dans les mêmes voies. Nous avons fait appel au concours du successeur même de Ch. Robin dans la chaire d'Histologie de la Faculté de Médecine, à M. le

Professeur Mathias Duval. — Unis par les mêmes souvenirs, par les mêmes vues sur la direction à donner au Journal, nous avons cru devoir, en même temps, nous en remettre, pour une grande partie des soins matériels qu'entraîne la publication d'un recueil comme le nôtre, à des hommes d'une génération plus jeune, à MM. les docteurs Beauregard, Chabry et Tourneux, qui, après avoir été nos élèves dévoués, sont devenus nos meilleurs collaborateurs. Leurs noms sont bien connus de tous ceux qui ont suivi le Journal dans ces dernières années.

Le *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie* reste, d'ailleurs, de tous points ce qu'il était. Aucun changement n'est apporté à sa publication. Il continue comme nous espérons qu'il continuera après nous, sans interruption, sans changement dans son titre, sans recommencements (favorables aux libraires), sans séries nouvelles. — Les seuls changements seront les améliorations matérielles que pourra apporter à notre publication un éditeur qui a toujours été pour nous un ami.

Dans l'avenir, comme par le passé, le *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie* n'est l'organe d'aucune école exclusive, il se fera un devoir d'accueillir, d'où qu'ils viennent, les travaux intéressants, en assurant simplement la priorité aux mémoires de nos nationaux. La place la plus importante, comme par le passé, reviendra nécessairement à l'Anatomie, surtout à l'Anatomie générale. Nous n'hésiterons pas, toutefois, à publier certains travaux de Physiologie ou même de Pathologie. Il convient évidemment que chaque branche des sciences naturelles ait en quelque sorte

son organe attitré, et sous ce rapport la France est aujourd'hui amplement pourvue. Mais il est, d'autre part, bien difficile, et il serait peut-être désavantageux de se restreindre rigoureusement à la publication d'un ordre donné de travaux. Notre recueil reste donc ouvert, comme il l'a été jusqu'à ce jour, de préférence aux mémoires d'Anatomie générale, d'Embryogénie, et d'Anatomie comparée, science aussi nettement définie que les deux autres par son objet même et ses méthodes; mais nous publierons également tout travail sur les diverses branches de la Zoologie, spécialement sur la Physiologie ou même la Pathologie générale, qui nous paraîtra de nature à intéresser les Anatomistes.

Georges POUCHET.

Paris, le 15 février 1889.

SUR TROIS ENTOPHYTES NOUVEAUX

DU TUBE DIGESTIF DES MYRIAPODES

Par E.-G. BALBIANI

(*Planches* I et II)

Dans son beau mémoire intitulé : *Fauna and Flora within living Animals* [1], Leidy nous a fait connaître un certain nombre d'organismes végétaux vivant en parasites dans le tube digestif des Myriapodes. Ce sont des filaments confervoïdes simples, isolés, incolores, fixés sur la muqueuse intestinale par un pédicule d'insertion souvent élargi en disque. Leidy les rapporta à deux genres principaux auxquels il donna les noms d'*Enterobryus* et d'*Eccrina*. Quelques années après, Ch. Robin [2] ajouta au genre *Enterobryus* une nouvelle espèce qu'il trouva dans l'intestin grêle du Iule terrestre (*E. Iuli terrestris*). Robin pensa que les véritables affinités des *Enterobryus* et des *Eccrina* sont avec les Saprolegniées, dont il faisait des Algues, et non avec les Confervacées, comme le supposait Leidy, car ils sont formés par des filaments simples, non articulés ni cloisonnés.

Depuis les recherches de Leidy et de Robin, nous ne trouvons pas d'autres indications relatives à la présence de parasites végétaux chez les Myriapodes, sauf une observation mentionnée brièvement et en passant par M. Plateau, dans son mémoire sur les phénomènes de la digestion chez ces Arthropodes. L'éminent professeur de Gand rencontra dans le tube digestif des *Cryptops* de petits groupes d'un végétal cryptogamique, dont il donne le dessin dans une des

1. *Smithsonian Contributions to Knowledge,* vol. V, 1851.
2. Ch. Robin, *Histoire naturelle des végétaux qui croissent sur l'homme et sur les animaux,* 1853, p. 398; pl. IV, fig. 5 et 6.

planches de son ouvrage (pl. II, fig. 27)[1]. Ayant soumis ce végétal à l'examen de son compatriote, le savant botaniste A. Bellynck, celui-ci crut y reconnaître des fragments de mycelium moniliforme d'un champignon ascomycète (Peziza?). « L'animal, ajoute M. Bellynck, aura avalé des spores de ce champignon, et les mauvaises conditions dans lesquelles elles ont germé sont cause de l'état morbide de ce mycélium[2]. » Après avoir rapporté cette observation, M. Plateau fait remarquer que celle-ci est probablement neuve, puisqu'il s'agit d'un Myriapode chilopode, tandis que tous les cas antérieurs relatifs à des organismes végétaux trouvés chez les Myriapodes concernent des espèces de l'ordre des Chilognathes (*Iulus*, *Polydesmus*)[3].

Ayant eu, depuis quelques années, l'occasion de disséquer fréquemment des Cryptops pour la recherche de micro-organismes dans leur tube digestif, j'ai rencontré les trois espèces d'entophytes dont je me propose de parler dans ce travail. La première est certainement l'espèce observée par M. Plateau; je la désignerai sous le nom d'*Omphalocystis Plateaui*. La seconde et la troisième n'ont encore été aperçues, que je sache, par aucun observateur, il y a donc tout lieu de les considérer comme nouvelles; je leur donnerai les noms de *Mononema moniliforme* et de *Rhabdomyces Lobjoyi*[4].

Nous allons successivement faire l'histoire de ces trois espèces, en commençant par l'*Omphalocystis Plateaui*.

Omphalocystis Plateaui.

M. Plateau avait trouvé ce parasite chez un exemplaire de l'espèce qu'il désigne sous le nom de *Cryptops Savignyi* Leach, et que

1. F. Plateau, *Recherches sur les phénomènes de la digestion et sur la structure de l'appareil digestif chez les Myriapodes de Belgique* (*Mémoires de l'Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique*, t. XLII, 1876).

2. *Loc. cit.*, p. 35, note.

3. Leidy dit même expressément n'avoir jamais observé d'entophytes chez les Myriapodes chilopodes : « From the occurence of two species of *Enterobryus* in the two species of *Iulus* examined, I suspected entophyta would be found very commonly among the Myriapoda. I therefore examined species of *Cermatia*, *Cryptops*, *Scolopendra*, *Geophilus*, etc., but in none of these carnivorous genera, I did discover a trace of parasitic plants » (*loc. cit.*, p. 21).

4. Dédié à M. Lobjoy, propriétaire à Vaux-le-Pénil (Seine-et-Marne), lequel, avec la plus grande obligeance, m'a fourni la plupart des matériaux qui m'ont servi pour cette étude.

je crois devoir rapporter au *C. punctatus* de Koch et des classificateurs plus modernes. Je l'y ai rencontré fréquemment, mais il n'était pas rare non plus chez notre espèce indigène plus commune, le *C. hortensis*. Suivant les localités d'où provenaient les exemplaires de ces deux espèces, il prédominait tantôt chez l'une, tantôt chez l'autre, sans qu'il fût possible de constater de différences dans le parasite en rapport avec l'espèce qui le renfermait.

Habitat et aspect général. — L'*Omphalocystis Plateaui* habite exclusivement l'intestin antérieur ou œsophage du Cryptops. Les échantillons que l'on rencontre parfois dans les autres portions du tube digestif sont, ainsi que nous le verrons, des fragments détachés du végétal en voie d'évacuation à l'extérieur. Vu à l'œil nu ou à la loupe, à travers les parois minces et transparentes de l'œsophage, notre parasite se présente sous l'aspect de petites taches blanchâtres, irrégulièrement arrondies, mal circonscrites, isolées ou groupées en plus ou moins grand nombre sur le trajet de ce long conduit. Ces taches sont nombreuses surtout dans sa région moyenne; elles sont beaucoup plus rares ou manquent même complètement dans ses portions antérieure et postérieure. Les plus larges ont un diamètre de 1/2 à 1 millimètre, tandis que les plus petites apparaissent comme des points blanchâtres, à peine perceptibles à l'œil nu. Enfin, les formes les plus jeunes du parasite ne sont visibles qu'au microscope.

C'est également au microscope qu'il faut recourir pour se former une idée de la structure de notre végétal. Chaque tache visible à l'œil nu représente une petite plante, formée d'une touffe de filaments divergeant autour d'un point situé tantôt au centre de la touffe, tantôt vers sa périphérie (fig. 1, 2). Il est facile de s'assurer que, prise dans son ensemble, la petite plante n'est pas libre et flottante dans la cavité de l'œsophage, mais qu'elle est fixée à la paroi interne de ce conduit, formée par la membrane anhiste ou cuticule. En effet, si l'on passe légèrement l'aiguille sur l'œsophage, on ne voit pas se déplacer les taches superficielles; elles conservent toutes leurs situations respectives avec les distances qui les séparent les unes des autres. Une observation plus attentive de l'organisation de la plante permet de se rendre compte de la raison de cette fixité, et nous révèle des faits intéressants concernant les rapports du parasite avec son hôte.

Pour cet examen, on peut, après avoir enlevé l'œsophage, le

placer dans l'eau, et, après l'avoir fendu suivant sa longueur à l'aide de ciseaux fins, l'étaler sous la forme d'une membrane (fig. 1). Sa grande transparence permet d'observer les moindres détails, même à travers la paroi. L'eau ambiante faisant flotter les filaments, ceux-ci apparaissent comme de petites houppes, plus ou moins fournies, attachées çà et là à la membrane. On dirait des ouffes d'herbe fixées à différentes hauteurs à la surface d'un mur. Les filaments sont moniliformes, comme M. Plateau l'a parfaitement représenté, simples ou rameux (fig. 2, 3, 4, 5); dans le premier cas, ils peuvent atteindre une assez grande longueur et ondulent élégamment lorsqu'on agite le liquide. Les filaments rameux sont généralement plus courts. Nous reviendrons plus tard sur la structure et la disposition des filaments. Étudions d'abord un corps sur lequel tous les filaments d'une même plante prennent leur insertion et qui joue un rôle des plus importants dans le développement du parasite.

La cellule basilaire. — On reconnaît en effet que les filaments ne se fixent pas directement par leur extrémité sur la cuticule de l'œsophage, mais que cette fixation a lieu par l'intermédiaire d'un corps qui paraît adhérer assez fortement à la membrane interne (fig. 3, *cb*, 4, 5, 6, etc.). Malgré sa conformation assez compliquée, nous devons considérer ce corps comme constitué par une simple cellule, où l'on peut reconnaître tous les éléments constitutifs d'une cellule végétale, savoir une membrane d'enveloppe, un protoplasma et un noyau. La forme générale de ce corps cellulaire est celle d'un rein ou d'un haricot, et, pour compléter la ressemblance, il présente vers la partie moyenne de son bord concave, qui est tourné vers la cuticule, un petit enfoncement, un hile, dans lequel pénètre un pli triangulaire de cette membrane (fig. 3, *cut.*, 4, 5, 6, etc.). Ce pli, auquel la cellule est comme suspendue avec tous les filaments qu'elle porte, la fixe assez solidement pour qu'on puisse agiter assez fortement l'œsophage dans l'eau sans faire tomber une seule des petites plantes qui y sont adhérentes. On détache celles-ci en passant légèrement sur la membrane l'extrémité d'une aiguille. On rompt ainsi l'adhérence de la cellule avec son support en faisant sortir du hile la pointe du pli cuticulaire qui y pénétrait. On s'assure alors que la cuticule ne présente aucune solution de continuité au point d'attache de la cellule, mais le pro-

longement de la cuticule ne s'efface pas et persiste sous la forme d'un petit cône s'élevant au-dessus de cette membrane.

En étudiant plus loin le rôle de cette cellule nous verrons qu'elle n'est pas sans analogie avec l'élément morphologique des Champignons désigné sous le nom de sporophore ou de baside; mais pour ne pas préjuger une homologie qui ne me paraît pas suffisamment établie, je la désignerai simplement sous le nom de *cellule basilaire*, parce qu'elle sert de support aux filaments du petit végétal dont elle représente en quelque sorte la souche commune.

L'aspect et les dimensions de la cellule basilaire varient avec l'état de développement de la plante. Elle atteint au maximum une longueur de 0 mm. 05 sur une largeur de 0 mm. 03. La forme typique de rein ou de haricot que nous lui avons reconnue ne convient exactement qu'aux cellules jeunes ou d'âge moyen (fig. 18, 19, 20, 21, 22). Les cellules âgées, portant une grosse touffe de filaments, ont une forme plus ovalaire, mais sont toujours distinctement ombiliquées à leur point d'attache à la cuticule (fig. 3, 4, 7, 8). Leur surface est tantôt lisse et unie, tantôt inégale et bosselée (fig. 3); d'autres fois plus ou moins profondément entaillée, ce qui fait paraître la cellule comme divisée en lobes plus ou moins nombreux (fig. 5). La membrane d'enveloppe est toujours d'une grande épaisseur, qui augmente avec l'âge, et peut devenir considérable surtout au bord ombiliqué, où, sur la coupe optique de la cellule, on la voit former au milieu de ce bord une saillie arrondie qui proémine plus ou moins à l'intérieur (fig. 4, 5, 6, 7). Elle diminue graduellement d'épaisseur vers les extrémités de la cellule et atteint sa plus grande minceur au bord convexe libre, où elle présente cependant souvent des épaississements aux points où s'insèrent les filaments. On se rend le mieux compte des inégalités de l'enveloppe en soumettant la cellule basilaire à l'action de la glycérine. Celle-ci détermine une forte contraction du plasma intérieur, une sorte de plasmolyse, qui l'écarte de la membrane d'enveloppe et met à nu la paroi interne de celle-ci. Cette paroi interne est toujours parfaitement lisse et unie, tandis que la paroi externe présente fréquemment au pourtour du hile de gros plis courbes concentriques, dont la concavité regarde vers le hile et la convexité vers les pôles et les côtés de la cellule (fig. 4, 5, 6, 7, 8, 17). Ces plis sont d'autant plus marqués et plus nombreux que la cellule est plus âgée; dans les formes jeunes, au contraire, la

membrane est parfaitement lisse autour de l'ombilic, comme sur le reste de la surface.

L'aspect de la membrane est réfringent, homogène et incolore. Au point de vue de sa composition chimique, elle paraît formée de la substance qu'on a appelée *cellulose de champignon* (Pilzcellulose de de Bary), car elle n'accuse pas les réactions de la cellulose ordinaire, par exemple lorsqu'on la traite par le chlorure de zinc et l'iode : elle reste complètement incolore, au lieu de prendre la coloration bleue de la cellulose des autres végétaux. Ce caractère négatif de la membrane, que nous retrouvons aussi dans les autres parties de la plante, nous servira d'argument pour démontrer que notre parasite doit prendre place dans la classe des Champignons.

L'intérieur de la cellule basilaire est rempli par une substance plasmique incolore, toujours plus ou moins chargée de granules ou de globules réfringents (fig. 3, 4, 5, 6, 7). L'alcool absolu et l'éther les dissolvent facilement, l'acide osmique les colore en noir intense, réactions d'où l'on peut conclure qu'ils sont formés par de la graisse, principe abondamment répandu, comme on sait, chez les Champignons, où il remplace l'amidon des plantes à chlorophylle.

Le noyau est petit et pâle, presque invisible à l'état frais, et son observation est rendue encore plus difficile par les globules graisseux qui le masquent. Lorsque, après avoir dissous la graisse par l'éther, on traite la cellule par le picrocarmin, le noyau ne devient généralement visible qu'au bout de vingt-quatre heures, à cause de la résistance que l'épaisse membrane d'enveloppe oppose à la pénétration du réactif. Le noyau est placé vers le milieu de la cellule ; son diamètre ne dépasse pas 0 mm. 002 (fig. 7, 22, *n*).

Les filaments moniliformes. — Après avoir décrit la cellule basilaire et ses rapports avec la cuticule de l'œsophage, passons à l'étude des filaments moniliformes qui se fixent sur elle et dont nous avons déjà dit quelques mots.

L'examen des différents états de végétation de notre parasite ne permet aucun doute sur l'origine de ces filaments ; ils doivent leur existence à la cellule basilaire : mais naissent-ils tout entiers de cette dernière, ou bien la cellule basilaire ne produit-elle que le commencement du filament, qui ensuite s'accroît à ses propres dépens, c'est ce qu'une observation attentive va permettre de décider.

Si l'on considère les plus jeunes cellules basilaires, de 0 mm. 030

de long sur 0 mm. 15 de large, déjà fixées à la cuticule par leur hile, on constate sur quelques-unes d'entre elles, soit qu'elles portent déjà quelques courts filaments ou qu'elles n'en présentent encore aucune trace, on constate, disons-nous, dans une région de leur bord convexe, généralement vers les extrémités, une ou plusieurs petites protubérances arrondies, de 0 mm. 005 à 0 mm. 006, semblables à de petits bourgeons fixés sur leur cellule mère (fig. 19, 20, 21, 22, *b*). On s'assure au moyen de la glycérine, qui contracte le contenu, qu'ils sont formés par un diverticule de la membrane dans lequel pénètre un prolongement de la substance hyaline du protoplasma (fig. 7, *b*). Ils possèdent probablement aussi déjà un noyau dérivé du noyau maternel, mais je n'ai réussi à constater cet élément que sur des bourgeons plus développés et ayant pris une forme ovalaire. Le picrocarmin le met alors bien en évidence, mais il faut, comme pour le noyau de la cellule mère, laisser agir longtemps le réactif pour qu'il se colore en rouge. En même temps que le bourgeon grandit, quelques granulations du plasma maternel pénètrent dans son intérieur ; bientôt sa forme devient ovalaire et l'on voit apparaître à sa base une cloison transversale qui sépare son contenu de celui de la cellule mère (fig. 5, *b*). Cette cloison répare la solution de continuité qui s'était produite à ce niveau dans la membrane de la cellule mère, et devient bientôt aussi épaisse que l'était celle-ci avant la formation du bourgeon. Pendant ce temps, un étranglement se produit entre le bourgeon et la cellule mère, et la partie étranglée forme un court pédicule par lequel le bourgeon reste fixé sur la cellule maternelle (fig. 19, *b*). Plus rarement, il ne se produit pas d'étranglement entre les deux cellules, et la cellule fille repose sur la cellule mère par une base aussi large que son diamètre transversal médian (fig. 5, *b*, *b*, *b*, *b*, *b*). Le bourgeon ainsi formé est la première cellule d'un filament qui sera composé plus tard d'un nombre plus ou moins considérable de cellules semblables, séparées les unes des autres par des étranglements dont résulte l'aspect moniliforme du filament.

Le processus que nous venons de décrire présente, comme on le voit, une grande ressemblance avec celui par lequel naissent les spores ou conidies des Champignons dans la formation exogène de ces corps. La cellule basilaire de l'*Omphalocystis* peut être comparée au sporophore ou baside, à l'extrémité duquel naissent les conidies de ces Cryptogames. La ressemblance est grande surtout avec les

Péronosporées du genre *Cystopus*, où les conidies, au fur et à mesure de leur formation par le baside, restent réunies en une chaîne dont l'aspect rappelle complètement les filaments moniliformes de l'*Omphalocystis*. Les articles des filaments de notre petit végétal ont-ils également la signification de spores, comme ceux des Cystopus, et leur mode de formation est-il aussi le même? On sait en effet que les spores acrogènes ou conidies des Cystopus sont engendrées successivement par le baside, chaque spore nouvelle repoussant devant elle la chaîne formée par les spores antérieurement produites, d'où il résulte que la chaîne s'accroît par son extrémité inférieure, et que les spores sont d'autant plus âgées qu'elles s'éloignent davantage de la cellule maternelle. Avant d'examiner si les cellules des filaments de l'*Omphalocystis* sont de véritables spores, voyons d'abord comment elles se forment, c'est-à-dire si elles naissent toutes les unes après les autres de la cellule basilaire, comme les conidies des Cystopus naissent du baside, ou bien si elles ont pour origine la cellule fille que nous avons vue naître directement par bourgeonnement de la cellule basilaire.

La première supposition paraît, au premier coup d'œil, la plus vraisemblable, parce que les articles des filaments de l'*Omphalocystis*, comme ceux des Cystopus, présentent leur état le plus jeune vers l'extrémité en connexion avec la cellule basilaire, et leur état le plus âgé vers l'extrémité opposée ou libre du filament (fig. 2).

Mais en y regardant de près, on constate que les jeunes cellules ne sont pas produites par de nouveaux bourgeonnements de la cellule basilaire au-dessous du point d'insertion de la première cellule formée. On observe au contraire que c'est celle-ci qui forme, en se multipliant, une série linéaire de quelques cellules filles, lesquelles deviennent à leur tour le siège d'une multiplication semblable d'autres cellules produisant graduellement l'allongement du filament. Les cellules les plus rapprochées de la cellule basilaire se multipliant plus activement que celles qui en sont plus éloignées, il en résulte que le filament s'accroît surtout dans la portion que j'appellerai proximale par rapport à la cellule basilaire, et qui est par conséquent formée par les cellules les plus jeunes. Ces jeunes cellules passent par des gradations insensibles aux cellules plus âgées, qui forment la portion distale du filament (fig. 2).

Les nouvelles cellules peuvent se former par intercalation entre les cellules déjà produites, ou sur les côtés du filament. Le premier

mode donne lieu à l'accroissement en longueur du filament; le second détermine sa ramification. Les branches latérales présentent elles-mêmes les deux modes d'accroissement; de là la production de ramifications secondaires, tertiaires, etc. (fig. 2, 3, 4, 5, 10). Quelques filaments ne s'accroissent que par leur sommet et restent par conséquent simples dans toute leur étendue. Leur activité végétative, concentrée tout entière dans la cellule terminale, leur permet d'acquérir parfois une grande longueur; j'en ai observé qui atteignaient plus d'un millimètre. La ramification des filaments ne présente presque jamais une disposition régulière. On observe quelquefois une sorte d'alternance ou de dichotomie dans la disposition des branches, mais cette régularité paraît plutôt l'effet du hasard que celui d'une loi ayant présidé à leur formation. La règle ordinaire est que les ramifications présentent les dispositions les plus capricieuses, conséquence de ce fait que chaque cellule peut bourgeonner par un point quelconque de sa surface. Le plus ordinairement, ce point est situé au pôle distal de la cellule, mais il peut être placé aussi au pôle opposé ou sur ses côtés. Il n'est même pas rare qu'une même cellule bourgeonne par tous ces points à la fois, et donne alors naissance à plusieurs branches s'étendant dans tous les sens. L'axe du bourgeon peut affecter les directions les plus variables par rapport à celui de la cellule mère; les deux axes peuvent être parallèles, perpendiculaires, obliques, ou placés dans le prolongement l'un de l'autre, ainsi que nos figures en présentent de nombreux exemples.

Reprenant notre comparaison des filaments de l'*Omphalocystis* avec les chaînes conidiennes du Cystopus, avec lesquelles elles présentent une si grande ressemblance par la disposition en chapelet des cellules composantes, nous constatons cependant une grande différence dans le mode de végétation chez les deux types. Chez le Cystopus, les cellules forment toujours une série linéaire simple, jamais ramifiée; dans notre végétal au contraire, les filaments présentent des ramifications de plusieurs ordres et sans aucune régularité. Une autre différence résulte de ce que, chez le Cystopus, toutes les cellules qui forment la chaîne ont une cellule mère commune, le baside, par laquelle elles sont produites successivement par étranglement de son sommet. Chez l'*Omphalocystis*, la première cellule ou cellule initiale seule du filament est produite directement par la cellule basilaire, tandis que toutes les autres déri-

vent par générations successives de cette première cellule. On comprend que ce dernier mode seul soit capable de donner naissance à des filaments ramifiés, tandis que le premier ne peut engendrer que des filaments simples comme ceux des Cystopus. La forme des filaments est donc liée au mode d'origine de leurs cellules composantes. A cet égard, nous trouverions plus de ressemblance entre l'*Omphalocystis* et d'autres Champignons où se forment, comme chez notre espèce, des chaînes ramifiées de cellules ou spores, tels que les *Alternaria* par exemple [1].

Formation des cellules du filament. — Il nous reste à parler du processus de formation des cellules du filament. Ce processus est presque identique à la formation de la cellule initiale par la cellule basilaire. Comme cette dernière, la cellule s'allonge sur un point de sa périphérie en une petite protubérance hémisphérique, qui bientôt se sépare par une cloison de la cellule mère (fig. 21, *b;* 7, 10, *x*). Un étranglement, d'abord léger, puis de plus en plus marqué, se produit au niveau de la cloison et délimite plus nettement la cellule fille, qui finit par n'être plus attachée à la cellule mère que par sa base rétrécie en une sorte de court et étroit pédicule sur lequel nous reviendrons plus loin. La cellule fille augmente de volume et prend une forme ovalaire. On y constate la présence d'un noyau par le procédé qui nous a déjà permis de déceler son existence dans la cellule basilaire et la cellule initiale, c'est-à-dire par l'action prolongée du picrocarmin (fig. 7, 15). Avec les progrès de l'âge (fig. 2, 12), des granulations graisseuses de plus en plus abondantes envahissent le protoplasma et rendent le contenu opaque; la membrane d'enveloppe s'épaissit et apparaît avec un double contour bien marqué. Puis, une constriction circulaire se produit au milieu de la cellule, comme si elle allait se diviser; mais cette division n'a jamais lieu : la constriction médiane s'arrête après avoir réduit d'un quart ou d'un tiers le diamètre transversal primitif; d'autres fois pourtant, elle s'approfondit assez pour qu'on croie avoir sous les yeux deux cellules presque sphériques réunies par un pont étroit (fig. 13). Ce qui ajoute encore à cette apparence, c'est que les globules graisseux, dont le nombre n'a cessé d'augmenter, remplissent alors entièrement les deux moitiés de la cellule, et y forment deux

1. Cf. de Bary, *Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze*, 1884, p. 71.

masses, séparées au niveau de l'étranglement par une bande transversale étroite de protoplasma clair et homogène, simulant une cloison (fig. 12, 13, 14, *A*). Il est facile de s'assurer de l'absence d'une cloison véritable en dissolvant la graisse par les réactifs appropriés. Après la disparition des globules graisseux, on a l'image d'un réseau protoplasmique s'étendant sans interruption dans les deux moitiés de la cellule, et dans les mailles duquel étaient placées les gouttelettes huileuses (fig. 14, *B*). Par la même occasion apparaît dans la partie moyenne rétrécie de la cellule, là même où se trouvait la pseudo-cloison, un noyau sphérique, que l'emploi des matières colorantes rend encore plus apparent (fig. 14, *B*).

Caractères des cellules mûres. — Les cellules ainsi constituées représentent leur état de maturité complète. C'est sous cet état, quelquefois aussi à un stade moins avancé de maturation, que les cellules se séparent les unes des autres et donnent ainsi lieu à la dislocation des filaments, phénomène que nous décrirons plus loin.

Les cellules les plus grandes mesurent 0 mm. 06 de long et 0 mm. 03 de large, mais ces dimensions sont rarement atteintes, la plupart n'ayant que 0 mm. 04 sur 0 mm. 02. Les deux parties qui les composent sont quelquefois égales, plus souvent inégales, l'étranglement ne se produisant pas exactement au milieu de la cellule (fig. 13). La membrane d'enveloppe est uniformément épaisse dans toute son étendue; elle est formée par cette même *cellulose de champignon* qui compose la membrane de la cellule basilaire, car elle se colore tout aussi peu que celle-ci par le chlorure de zinc et l'iode. Le protoplasma présente quelques réactions intéressantes déjà indiquées à propos de la cellule basilaire, telles que la teinte noire, intense et uniforme, qu'il prend sous l'action d'une solution d'acide osmique, et qui est due à la graisse abondante qu'il renferme. L'iode lui donne une coloration rouge brun prononcée (les globules graisseux restant incolores), indice de la présence du glycogène dans le protoplasma. La glycérine détermine la contraction du contenu et son retrait de la membrane d'enveloppe, dont la paroi, ainsi mise à nu, se présente avec un aspect parfaitement lisse et uni (fig. 16). Par l'effet de cette contraction, les globules graisseux se confondent en plusieurs globules plus gros (fig. 16, *a*), ou même en un globule volumineux unique occupant le centre de cha-

que moitié de la cellule (fig. 16, *b*). Cette confluence des gouttelettes graisseuses par l'action de la glycérine n'a plus lieu lorsque la cellule a été préalablement traitée par une solution d'acide osmique, probablement par une action particulière que ce réactif exerce sur la matière grasse.

Mode d'union des cellules entre elles. — Arrivons maintenant à la manière dont les cellules sont unies entre elles pour composer le filament. Ces cellules adhèrent les unes aux autres d'une façon assez solide pour ne pas se séparer facilement lorsqu'on agite dans l'eau la membrane de l'œsophage sur laquelle le petit végétal est implanté. Nous avons vu qu'il existe souvent une inégalité assez marquée entre les deux moitiés de la cellule arrivée à maturité. On remarque alors que les cellules se succèdent dans le filament de manière à présenter alternativement vers son extrémité libre, l'une sa grosse moitié, l'autre sa petite moitié, ce qui peut s'exprimer encore en disant que deux cellules consécutives quelconques se regardent par leurs pôles correspondants, ou qu'elles sont renversées l'une par rapport à l'autre (fig. 13) [1]. J'ignore entièrement ce qui donne lieu à cette disposition, dont on ne se rend pas facilement compte par le mode de formation des cellules. En effet, si chacune provient directement de celle qui la précède dans la série, ainsi que le veut la formation acrogène de ces cellules, on ne voit pas la raison pour laquelle la cellule mère et la cellule fille occupent une position inverse, surtout lorsqu'on considère que leur multiplication a lieu à l'état jeune, c'est-à-dire lorsque leurs deux pôles sont encore parfaitement semblables. L'asymétrie doit donc résulter de l'inégal accroissement des deux pôles pendant la dernière période de la maturation de la cellule.

A l'état jeune, les cellules du filament sont juxtaposées les unes aux autres et se touchent directement par un point de leur périphérie (fig. 3), mais à mesure qu'elles grandissent (fig. 4, 7, 9, 10), et surtout lorsqu'elles sont arrivées à leur maturité complète (fig. 13), on remarque que le contact n'a plus lieu directement, mais se fait par l'intermédiaire d'une petite pièce très courte et étroite, formée d'une substance claire et homogène, qui rattache les deux cellules

1. Voir aussi la figure 28 représentant des fractions de filaments de *Mononema moniliforme,* dont les cellules présentent la même disposition.

par leurs pôles en regard (fig. 13). Cette pièce est quelquefois tellement petite que le contact paraît se faire par la membrane d'enveloppe elle-même (fig. 12). En examinant avec de forts grossissements cette petite pièce intermédiaire, on voit qu'elle est traversée en son milieu par une ligne très fine. qu'on prendrait pour une cloison transversale (fig. 13, *p*), mais dont on reconnaît la véritable signification en examinant des cellules désunies. A chacun des pôles de la cellule on aperçoit un petit appendice très court et très pâle, ayant la forme d'un cône tronqué dont la base forme l'extrémité libre (fig. 13, *p'*, *p'*; 14, *A*, *p'*, *p'*). C'est par cette base que la cellule en place s'unit à celle qui la précède et à celle qui la suit dans le filament. La pièce intermédiaire par laquelle a lieu la réunion est donc formée de deux moitiés dont chacune appartient à l'une des cellules qui se touchent, et la ligne transversale que présente cette pièce n'est autre chose que l'expression optique de la jonction des deux surfaces en contact (fig. 13, *p*). Il résulte de ce mode d'articulation des cellules du filament que celui-ci présente deux ordres d'étranglements, les uns très marqués, correspondant aux intervalles des cellules et à la pièce intermédiaire, les autres, moins prononcés, dus à la constriction circulaire que chaque cellule présente à son milieu (fig. 2, 12, 13) [1]. C'est à ces deux ordres d'étranglements, qui alternent les uns avec les autres, que le filament doit l'aspect moniliforme qu'il présente à un si haut degré.

Lorsque, au lieu d'être réunies bout à bout, les cellules sont rapprochées par d'autres points de leur surface, par exemple, lorsque l'une se fixe par une extrémité sur le côté de l'autre, ou que toutes deux sont réunies latéralement, leur union a toujours lieu par le petit prolongement qu'ils s'envoient réciproquement, et dont la situation à la surface des cellules varie suivant les rapports que celles-ci présentent entre elles.

Chez les nombreuses espèces de Champignons dont les conidies sont réunies sous forme de chaîne, telles que les *Penicillium, Eurotium, Cystopus, Isaria, Cordyceps, Aecidium*, et beaucoup d'autres, les filaments ne présentent qu'un seul ordre d'étranglements, savoir ceux qui correspondent aux intervalles des conidies, celles-ci ne présentant pas elles-mêmes d'étranglement médian comme les cellules de l'*Omphalocystis*. De Bary a étudié chez les Cystopus le

1. Voir aussi la figure 28 du *Mononema*.

mode de formation de la petite pièce intermédiaire qui réunit les conidies. Cette pièce présente dans sa structure beaucoup de ressemblance avec celle de l'*Omphalocystis*, d'où l'on peut conclure qu'elle se forme par un processus analogue à celui que de Bary a si bien décrit chez les Cystopus. N'ayant pas fait à ce sujet d'observations spéciales, je me contente de renvoyer à la description de de Bary [1].

Anomalies de structure de l'Omphalocystis. — Je viens de décrire la structure des cellules de l'*Omphalocystis* et leur mode d'union entre elles tels qu'on les observe le plus communément chez nos petites plantes. Mais on remarque aussi quelques anomalies que je dois faire connaître. Il n'est pas rare d'abord de rencontrer des cellules telles que celles représentées figure 28, A, C, *a*, *a*. On les trouve tantôt à l'extrémité des filaments, tantôt dans leur continuité, isolément ou formant une série plus ou moins longue. Ce sont des cellules longues et étroites, presque rectangulaires, à contenu clair, ne renfermant qu'un petit nombre de granulations graisseuses. Elles représentent évidemment des cellules qui, après avoir commencé à se développer d'une manière régulière, ont été frappées d'avortement et ont pris une conformation anormale. D'autres fois, l'anomalie ne porte pas seulement sur la forme, mais aussi sur le mode d'union des cellules. J'ai représenté (fig. 17) une plante dont la plupart des cellules ont une forme plutôt rectangulaire qu'ovale. De plus, au lieu d'être séparées les unes des autres par leur membrane d'enveloppe et la pièce intermédiaire, elles communiquent toutes ensemble par leur membrane et leur protoplasma. Celui-ci passe d'une cellule à l'autre, à travers les étranglements qui servent seuls à délimiter les cellules entre elles, et le protoplasma des filaments communique aussi avec celui de la cellule basilaire. La plante tout entière paraît formée d'une seule cellule ramifiée, à ramifications non cloisonnées, comme le jeune mycélium des Péronosporées. Cette anomalie est due probablement à ce que, au moment de la formation de nouvelles cellules par bourgeonnement, il ne se produit pas de cloison de séparation entre la cellule mère et la cellule fille, qui restent dès lors en communication, de manière que toutes les cellules sont réunies par leur protoplasma et forment une sorte de syncytium.

1. A. de Bary, *Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze*, 1884, p. 74.

Résumé des différents modes d'accroissement de l'Omphalocystis. — Résumant ce qui précède touchant le mode d'accroissement de la plante, nous voyons que la production de nouvelles cellules peut avoir lieu : 1° par bourgeonnement de la cellule basilaire, qui ne donne naissance qu'à la première cellule ou cellule initiale des filaments; 2° par formation acrogène et intercalaire, ce qui détermine l'accroissement des filaments en longueur; 3° par bourgeonnement latéral des cellules, ce qui donne lieu à plusieurs ordres de ramification des filaments.

Le processus de formation cellulaire est toujours le même : prolongement de la cellule mère sur un point de sa surface; formation d'une cloison à la base du prolongement, puis étranglement de la cellule fille à son point d'attache à la cellule mère.

La cellule basilaire peut produire de nouvelles cellules filles, rudiments de filaments nouveaux, même après avoir achevé toute sa croissance et que sa membrane a acquis une grande épaisseur (fig. 3, 5, 7, 8, 6). Cependant, c'est toujours par sa partie la plus mince, c'est-à-dire sa face convexe et libre, que cette production a lieu; jamais on n'en voit se former à la face concave et adhérente, où, comme nous l'avons vu, la membrane atteint une épaisseur considérable. Les cellules des filaments ne sont au contraire prolifiques que dans le jeune âge; elles cessent de se multiplier même avant d'avoir achevé leur croissance, et lorsqu'elles commencent à présenter l'étranglement médian qui indique l'approche de leur maturité. La végétation touffue de la plante est beaucoup moins le résultat de la formation de nombreux filaments par la cellule basilaire que du nombre des branches que ceux-ci émettent dans toutes les directions. Avec un seul filament fortement ramifié, une plante présente parfois une végétation plus luxuriante que d'autres portant des filaments plus ou moins nombreux, mais restés simples ou n'ayant poussé que de faibles ramifications.

Phénomènes de la période de maturation des cellules. — Pour achever l'histoire de l'*Omphalocystis Plateaui*, il me reste à suivre dans leur évolution ultérieure les éléments dont nous avons donné précédemment la description. Malheureusement, je n'ai recueilli à cet égard que des faits peu nombreux et incomplets, qui ne me permettent pas de tracer dès ce moment l'histoire du cycle biologique entier de notre organisme. Tout ce qui ressort des observa-

tions très fragmentaires qu'il m'a été donné de faire, c'est que l'*Omphalocystis* présente, comme tant d'autres endoparasites, dans son évolution, une phase de vie libre dans le monde extérieur. Comment se comporte-t-il pendant cette période extérieure? Comment a lieu le retour à la vie parasitaire? Ce sont là des questions auxquelles on ne peut répondre que par la connaissance exacte des phénomènes d'évolution de notre parasite; or, c'est précisément sous ce rapport que mes observations présentent le plus de lacunes. Je vais néanmoins les exposer en les renouant au point où nous avons laissé l'histoire de l'*Omphalocystis*.

Nous avons vu que, à l'état de développement complet, notre végétal est représenté par une touffe de filaments formés de cellules en chapelet, portés par une grosse cellule basilaire, attachée elle-même à la face interne de l'intestin antérieur du Cryptops. La période de maturation n'arrive pas simultanément pour toutes les cellules d'une même plante, ni même pour toutes les cellules d'un même filament. Nous avons vu que les cellules placées vers l'extrémité du filament mûrissent les premières, et nous en avons indiqué la raison (fig. 2). A mesure qu'elles arrivent à maturité, ces cellules se détachent de la plante, soit isolément, soit en restant réunies en plus ou moins grand nombre entre elles. On retrouve ces cellules isolées ou ces réunions de cellules libres dans la cavité de l'intestin antérieur; on les rencontre aussi en plus ou moins grand nombre dans les autres portions du tube digestif, l'intestin moyen et l'intestin postérieur, où elles sont mêlées aux matières alimentaires que ces portions du canal intestinal renferment en plus ou moins grande quantité. Enfin, j'ai recueilli fréquemment dans les excréments rendus par les Cryptops des cellules expulsées avec les résidus alimentaires. Nous reviendrons tout à l'heure sur ces cellules expulsées; voyons d'abord les faits qui rendent très probable la multiplication locale du parasite.

Multiplication du parasite à l'intérieur de son hôte — Lorsqu'on examine certains œsophages de Cryptops qui présentent une abondante végétation d'*Omphalocystis*, on observe souvent de très jeunes cellules basilaires, déjà fixées par leur hile à la cuticule, mais dont la surface ne porte encore aucun filament (fig. 18). Par leur protoplasma clair, encore peu chargé de granulations graisseuses, leur forme ovalaire et leur taille, elles ressemblent beau-

coup aux jeunes cellules des filaments, telles que celles représentées figures 4, 7, 10. Je suis même porté à croire à l'identité complète de ces deux sortes d'éléments, en ayant surtout égard à ce fait que les jeunes cellules basilaires, avec ou sans filaments (fig. 18, 19, 20, 21, 22), sont surtout accumulées autour des vieilles touffes d'*Omphalocystis* que renferme un œsophage bien garni. Je me crois dès lors autorisé à conclure qu'un certain nombre de jeunes cellules se séparent de la plante mère avant d'avoir atteint leur pleine maturité, tombent dans la cavité de l'œsophage, s'y fixent, poussent des filaments, et reproduisent ainsi le parasite sur place. Je me suis vainement efforcé de découvrir le mécanisme par lequel ces jeunes cellules se fixent à la cuticule par le point qui devient plus tard le hile ou ombilic. L'explication qui me paraît la plus plausible est qu'elles secrètent d'abord sur un point de leur surface une substance agglutinative, qui les fait adhérer à la cuticule, et que plus tard la surface de la cellule s'élève autour du point d'adhérence et le transforme en un petit canal dans lequel s'enfonce un pli de la cuticule. Une autre raison qui me fait croire que ces jeunes cellules ne sont pas destinées à se développer en dehors du corps est la rapide altération qu'elles subissent au contact de l'air et de l'eau; il en est tout autrement des cellules âgées et mûres, qui résistent longtemps à ces agents, et présentent même au dehors des phénomènes qu'on est autorisé à considérer comme rentrant dans le cycle normal de leur évolution. Nous parlerons plus loin de ces phénomènes.

Destruction du parasite par transformation graisseuse consécutive à une altération de l'œsophage du Cryptops. — Quelques plantes subissent dans l'œsophage même un changement qui amène leur destruction. C'est une sorte de transformation graisseuse qui envahit en masse la plante tout entière. Les filaments s'empâtent dans une gangue jaune grisâtre, formée de granulations fines et de globules graisseux (fig. 23). Plus tard, les cellules elles-mêmes se remplissent de globules graisseux, qui nagent dans un liquide clair et homogène, d'aspect aqueux, résultant de la destruction du protoplasma cellulaire. Cette altération de la plante m'a paru déterminée par une maladie de l'œsophage, caractérisée par l'épaississement de sa tunique cuticulaire, la disparition de l'épithélium et de la couche musculaire, dont il ne reste que des débris friables,

visibles par places. L'altération de l'œsophage entraîne donc celle de la plante qui en tirait ses principes nutritifs.

Essais de culture des cellules expulsées. Leur évolution dans le monde extérieur. — Revenons maintenant aux grosses cellules à forme étranglée au milieu, bourrées de globules graisseux, que je considère comme l'état adulte et mûr des cellules de l'*Omphalocystis* (fig. 12, 13). On les trouve fréquemment soit isolées, soit réunies en séries simples ou ramifiées, parmi les masses alimentaires, les grains de sable, etc., contenus dans le tube digestif des Cryptops. Il suffit de délayer dans un peu d'eau les excréments desséchés de ces animaux pour les y retrouver en plus ou moins grande quantité. Leur membrane épaisse les rend très résistantes à l'action de ce liquide; leur contenu s'y conserve parfaitement intact, d'où j'ai supposé qu'elles étaient destinées à se développer en dehors du corps de l'animal, dans le milieu extérieur. Cette présomption me paraissait corroborée par ce fait que je n'y avais jamais observé de changement dans l'intérieur de l'intestin. J'ai donc été conduit à mettre ces grosses cellules en culture sur porte-objets conservés dans la chambre humide. Comme milieu nutritif, j'ai employé les excréments du Cryptops délayés dans l'eau pure. Quatre jours après la mise en culture (du 9 au 13 avril, la température n'a pas été notée), les changements suivants étaient survenus dans ces cellules. Un certain nombre d'entre elles avaient poussé des prolongements plus ou moins longs, en forme de tube, partant soit du sommet, soit du côté de la cellule (fig. 24, A, B). Dans ce prolongement, une partie du contenu granuleux avait afflué, et la cellule s'était en partie vidée. J'ai observé deux grosses cellules qui communiquaient entre elles par un tube cylindrique long de 0 mm. 06, large de 0 mm. 006, qui les réunissait par leurs côtés (fig. 24, C). Ce tube de communication était obstrué par des granules graisseux, tandis que les deux cellules étaient presque vides de leur contenu. La membrane du tube était distinctement en continuité avec celle des deux cellules. Dans l'une d'elles, la plus volumineuse, il s'était formé, au niveau de l'étranglement médian, une cloison qui la divisait en deux compartiments, formés chacun par la moitié de la cellule. Le compartiment en rapport avec le tube de communication était absolument bourré de globules graisseux comme le tube lui-même; l'autre compartiment était presque vide et ne contenait que quelques globules

placés près de la cloison. Dans la cellule opposée, la cavité était restée simple et l'étranglement s'était presque effacé; elle était en grande partie vide de son contenu granuleux, et ce qui en restait était placé près du tube de communication. Je crois qu'on peut interpréter l'image qu'on avait sous les yeux, en admettant que la moitié d'une des deux cellules copulées (fig. 24, C, *a*) recevait à la fois le contenu de l'autre moitié, dont elle se séparait ensuite par une cloison, et le contenu de la cellule conjointe *b*, qui affluait vers elle par le tube de communication. Il s'agit donc d'une copulation de deux cellules avec mélange de leur contenu passant de l'une dans l'autre. Cette interprétation était corroborée par la rencontre d'images telles que celles représentées figure 24, D, E. Elles se composent d'un système de tubes et de vésicules communiquant ensemble, les uns plus ou moins remplis par leur contenu homogène ou granuleux, les autres en partie vides. Il est assez peu facile de se rendre compte des rapports et de la signification exacte de ces parties, mais il semble bien que nous avons affaire ici à des phénomènes de reproduction dans lesquels des cellules mélangent leur contenu à travers des tubes servant à les mettre en rapport les unes avec les autres. Ainsi, on voit en *s*, *s*, *s* (fig. 24, D), des corps de 0 mm. 030 à 0 mm. 035, formés d'une épaisse membrane et d'un contenu dense de gros globules réfringents, qui ne sont pas sans analogie avec les spores durables ou oospores de certains Champignons inférieurs, et formés probablement aussi par la copulation de deux ou plusieurs cellules germinatives. Il est fort possible toutefois que les processus observés dans mes cultures n'aient pas suivi une marche absolument normale en raison des conditions artificielles de l'expérience. Tout ce qu'ils permettent de conclure avec quelque certitude, c'est que, en dehors du tube digestif, notre parasite continue son cycle évolutif, bien que la signification des phénomènes qu'il présente pendant cette vie extérieure ne nous apparaisse pas clairement.

L'Omphalocystis Plateaui est un Champignon. Incertitude de sa position dans cette classe. — En raison des lacunes importantes restées dans l'histoire de l'*Omphalocystis Plateaui*, je n'aborde qu'en hésitant la question de sa position systématique. Un seul point me paraît se dégager assez nettement de l'étude que nous en avons faite, c'est que l'*Omphalocystis* appartient à la classe des Champi-

gnons. J'ai indiqué déjà plusieurs caractères par lesquels il se rapproche de ces végétaux, ce sont : 1° la constitution chimique de la membrane cellulaire, qui paraît formée par la substance désignée sous le nom de *cellulose de champignon* (de Bary); 2° l'absence de chlorophylle et d'amidon, celui-ci étant remplacé, comme dans les Champignons, par un dépôt abondant de graisse dans le protoplasma; 3° la structure des filaments naissant de la cellule basilaire, structure qui rappelle d'une manière si frappante les chaînes de conidies de certains Champignons, des Cystopus notamment, la cellule basilaire pouvant elle-même être comparée au baside producteur des conidies, bien que, dans notre espèce, cette cellule ne donne naissance qu'au premier article du filament, tandis que tous les autres naissent de ce premier article; 4° l'analogie du mode d'union des cellules du filament avec celui des conidies des Cystopus, union ayant lieu dans les deux types par une pièce intermédiaire dont la structure paraît être la même; 5° le rôle physiologique des cellules du filament, qui, après leur séparation, paraissent se comporter comme des corps reproducteurs, dont les uns sont comparables aux conidies et reproduisent la plante sur place, par voie asexuée, et dont les autres, destinés à se développer au dehors, rappellent les spores durables ou oospores formées par copulation (zygospores); 6° enfin, le parasitisme dans un organisme animal vivant, genre de vie dont nous trouvons un grand nombre d'exemples chez les Champignons inférieurs.

Si la détermination de l'*Omphalocystis* comme un Champignon ne présente pas de difficulté sérieuse, il n'en est pas de même de la place qu'il convient de lui assigner dans cette vaste classe. Son parasitisme chez un Arthropode fait naître tout d'abord la pensée qu'il s'agit d'une espèce d'Entomophthorée, mais on ne tarde pas à reconnaître qu'il ne saurait être rangé dans ce groupe. En effet. chez toutes les Entomophthorées, il se développe un abondant mycélium, qui envahit le corps de l'animal avant de paraître à l'extérieur; en outre, il s'y produit deux sortes de corps reproducteurs, savoir : 1° des spores conidiales ou asexuées, qui sont projetées au loin au moment de leur maturité; 2° des spores durables ou oospores, qui se forment à l'intérieur de l'hôte, par copulation ou non de deux cellules voisines du mycélium (zygospores ou azygospores); celles-ci, après un certain temps de repos, germent et pro-

duisent des conidies qui servent à infester de nouveaux individus [1].

La diagnose des Entomopthorées rappelée très sommairement ci-dessus montre qu'elle ne convient point à notre *Omphalocystis Plateaui.* Celui-ci ne présente, en effet, aucun développement de mycélium répandant le parasite dans tout l'organisme de l'hôte, mais reste confiné à l'intérieur du tube œsophagien. Il produit, il est vrai, des corps reproducteurs comparables physiologiquement aux conidies des Entomophthorées, mais leur mode de formation est tout différent de celui de ces dernières, car, au lieu de naître isolément à l'extrémité de la cellule formative ou baside, elles restent réunies entre elles en forme de chapelets. Ces chapelets rappellent au contraire les chaînes conidiennes des Cystopus, mais ce caractère est lui-même insuffisant pour établir une parenté entre ces derniers et l'*Omphalocystis*, car nous le retrouvons aussi chez d'autres Champignons appartenant aux familles les plus diverses.

L'*Omphalocystis* ne s'éloigne pas moins par tous les caractères de son organisation et son genre de vie des Laboulbéniacées, *Cordyceps* et autres espèces parasites qui attaquent les Insectes.

Ajoutons enfin que l'absence d'un mycélium (car on ne peut guère considérer comme tel les filaments moniliformes que nous avons décrits) constitue un caractère différentiel important entre l'*Omphalocystis* et les Champignons ordinaires. D'un autre côté, il est tout aussi difficile de lui trouver une place parmi les Champignons sans mycélium, les Myxomycètes, Schizomycètes, Chytridinées et familles voisines. Nous devons donc conclure que notre parasite est le représentant d'un type spécial dans la classe des Champignons, type auquel appartient aussi l'espèce décrite ci-après. Je n'émets toutefois cette opinion qu'avec une certaine réserve, justifiée par la connaissance incomplète que nous avons encore du cycle biologique de l'*Omphalocystis*, et il se pourrait que des recherches ultérieures vinssent assigner à notre parasite sa position naturelle dans un des groupes déjà établis de Champignons [2].

1. Nous n'avons ici en vue que les Entomophthorées parasites, et nous laissons de côté les espèces saprophytiques, telles que le *Basidiobolus ranarum*, si bien étudié dans le beau mémoire d'Eidam (*Cohn's Beiträge zur Biologie der Pflanzen*, Bd. IV. 1886, p. 181).

2. Cette réserve m'est commandée surtout par le fait suivant. Je consultai deux savants éminents, également versés dans la connaissance des végétaux cryptogamiques, sur la nature de notre parasite : l'un voulut y voir un Champignon, l'autre une Algue. Je me suis rangé à l'opinion du premier, en me fondant sur les caractères indiqués dans ce travail.

Mononema moniliforme.

Habitat et aspect général. — Dans le cours de mes recherches sur l'*Omphalocystis Plateaui*, j'avais remarqué çà et là, dans l'œsophage de quelques *Cryptops hortensis*, de longs filaments moniliformes simples, qui présentaient la plus grande ressemblance avec ceux de l'*Omphalocystis*. Mais ces filaments m'avaient toujours paru libres dans l'œsophage, tandis que ceux de cette dernière espèce étaient fixés à la paroi de ce conduit par l'intermédiaire de la cellule basilaire. Comme ils étaient mêlés à ces derniers, je les avais pris pour des filaments d'*Omphalocystis* détachés de leur cellule basilaire, ou pour des fragments de ces filaments rompus par le passage des aliments ou les contractions péristaltiques de l'intestin, et je ne m'en étais pas autrement préoccupé. Ce n'est qu'au moment de terminer mes recherches sur l'*Omphalocystis Plateaui*, et après avoir examiné un grand nombre d'exemplaires de *Cryptops hortensis* que je fis une observation qui me donna lieu de croire qu'il s'agissait d'une espèce nouvelle, distincte de l'*Omphalocystis Plateaui*.

Examinant un jour le tube digestif d'un exemplaire de C. *hortensis* long de 1 1/2 centimètre, j'aperçus dans l'œsophage de longs filaments moniliformes simples, entièrement semblables à ceux que je n'avais rencontrés jusqu'alors qu'isolément chez les Cryptops antérieurement examinés (fig. 25). De nouveau, je crus d'abord n'avoir affaire qu'à des filaments d'*Omphalocystis Plateaui* arrachés de leur cellule basilaire et entraînés dans la cavité de l'œsophage par le passage des aliments, mais ce fut en vain que je cherchai à découvrir la cellule basilaire si caractéristique de cette espèce.

Le filament moniliforme unique. Absence de cellule basilaire proprement dite. — Tous les filaments étaient formés d'une série simple d'articles dont le volume allait en grossissant insensiblement d'une extrémité à l'autre du filament; ils présentaient toutes les transitions, depuis les articles que l'on pouvait considérer comme les plus jeunes, et qui étaient placés vers l'un des bouts, jusqu'à ceux que l'on pouvait regarder comme les plus âgés, et qui étaient situés vers le bout opposé (fig. 25, 26, 27). Dans son ensemble, le filament ressemblait complètement à un filament simple d'*Om-*

phalocystis, sauf qu'il était en général beaucoup plus long que ces derniers. Les articles qui le composaient avaient aussi le caractère de vraies cellules, identiques pour la forme et la structure aux cellules de l'*Omphalocystis Plateaui*, les plus jeunes étant seulement, en général, plus petites et plus arrondies que les cellules d'âge correspondant de cette dernière espèce (fig. 27). Mais, pour tout le reste : membrane d'enveloppe, protoplasma clair et incolore, finement granuleux, noyau central, l'identité était complète avec les jeunes cellules de l'espèce précitée. Même ressemblance entre les vieilles cellules des deux espèces par la forme étranglée au milieu ou en biscuit, l'enveloppe épaisse, le protoplasma entièrement obstrué et rendu opaque par des globules réfringents graisseux (fig. 28). Cette ressemblance s'étendait aussi aux caractères chimiques, pour lesquels je me contente de renvoyer à ce que j'en ai dit dans ma description de l'*Omphalocystis Plateaui*.

Les détails suivants constituent au contraire des caractères différentiels importants des deux espèces. Les filaments du nouvel organisme sont toujours simples, jamais rameux, comme le sont, au contraire, la plupart de ceux de l'*Omphalocystis*. Cette simplicité s'accompagne d'une longueur beaucoup plus considérable des filaments que chez ce dernier. J'en ai mesuré qui dépassaient 1 1/2 millimètre. La plupart s'étendent en ligne droite ou ne présentent que de légères flexuosités (fig. 25); ils sont dirigés parallèlement les uns aux autres dans le canal de l'œsophage, les uns isolés, les autres réunis en paquets ou faisceaux plus ou moins gros; mais chaque filament est indépendant des autres, et forme à lui seul une plante entière, d'où le nom de *Mononema* que je propose de donner à celle-ci. Le filament unique n'étant point fixé sur une cellule basilaire, adhérente elle-même à l'œsophage, j'avais cru d'abord qu'il était libre par ses deux bout et flottant dans le canal œsophagien. Une observation attentive m'eut bientôt convaincu qu'il était fixé à la cuticule par une de ses extrémités, celle correspondant aux petites cellules du filament; seulement cette fixation, au lieu de se faire par une cellule spéciale, comme chez l'*Omphalocystis*, s'opère par la cellule terminale de cette extrémité, le bout opposé, formé par les grosses cellules, pendant librement dans la cavité de l'œsophage. Cette cellule terminale (fig. 26, 27, *c*) a une forme un peu différente des cellules qui la suivent dans la

rangée ; elle est un peu conoïde, et c'est par le sommet du cône que la cellule s'attache à la tunique cuticulaire, tandis que la base est en rapport avec la cellule adjacente du filament. Elle est aussi un peu plus longue et plus large que les cellules qui la suivent (longueur : 0 mm. 02, largeur : 0 mm. 01, en moyenne). La fixation ne m'a point paru s'opérer par l'invagination d'un repli de la cuticule dans une excavation ou hile de la membrane cellulaire, comme nous l'avons vu pour la cellule basilaire de l'*Omphalocystis*, mais par une simple soudure de la membrane du sommet de la cellule avec la cuticule. On aperçoit bien au point d'adhérence une légère élévation de la cuticule ayant la forme d'un petit pli triangulaire très bas, mais le sommet du pli m'a paru simplement soudé à la membrane cellulaire, et non engagé dans un orifice de cette membrane. Le pli de la cuticule résulte lui-même d'un simple tiraillement de cette tunique par le filament qui y est appendu (fig. 26, 27, *cut.*).

Multiplication des cellules du filament. — La multiplication des cellules du filament a lieu exclusivement dans la portion voisine du point d'adhérence et constituée par les cellules les plus jeunes. On remarque en effet qu'un plus ou moins grand nombre de ces jeunes cellules présentent presque toujours dans leur partie tournée vers le bout libre du filament une cloison transversale, premier indice de la multiplication (fig. 26, 27, *x*, *x*). Celle-ci s'achève ensuite par un processus analogue à celui que nous avons décrit pour les cellules de l'*Omphalocystis* : une portion de la cellule se sépare du reste par étranglement dans le point où s'est formée la cloison ; cette dernière se rétrécit et forme la limite entre l'ancienne et la nouvelle cellule restées en connexion l'une avec l'autre. La cellule terminale prend aussi une part active à la multiplication des articules du filament, car on y observe fréquemment la cloison transversale qui indique le début de cette multiplication. C'est donc par formation intercalaire de cellules nouvelles, jamais par bourgeonnement latéral, qu'a lieu l'accroissement du *Mononema*.

Maturation des cellules. — La maturation des cellules a lieu en sens inverse de leur formation, c'est-à-dire du bout libre vers le bout fixe du filament. C'est à ce bout libre qu'on trouve en effet les

cellules les plus volumineuses et qui présentent de la manière la plus marquée la forme étranglée ou en biscuit qu'elles offrent à leur état de maturation complète (fig. 27, 28, A, B). Cette forme et la taille des cellules vont en décroissant vers le bout fixe du filament. Il en résulte qu'on a ainsi à la fois sous les yeux toutes les phases de la maturation des cellules dans leur succession progressive et naturelle. Bien que je ne l'aie pas observé directement, il est probable qu'au fur et à mesure que ces cellules arrivent à maturité elles se séparent du filament pour tomber dans la cavité de l'œsophage, et qu'elles sont ensuite évacuées avec les excréments, comme cela a lieu pour celles de l'*Omphalocystis*.

En raison de sa connexion avec la cuticule de l'œsophage, la cellule terminale peut être considérée comme l'homologue de la cellule basilaire de l'*Omphalocystis*, c'est-à-dire comme la cellule génératrice primitive du filament du *Mononema*. Il est vrai qu'elle ne présente point avec les autres cellules une différence aussi tranchée que chez l'*Omphalocystis*, mais nous avons vu que, dans cette dernière espèce même, la cellule basilaire ressemble entièrement, au début, aux autres cellules de la plante et ne s'en distingue qu'avec les progrès de l'âge. On peut admettre que, chez le *Mononema*, la cellule terminale ne subit point en vieillissant de si profondes modifications, et reste toujours fort semblable aux cellules du filament qui en sont issues. Elle doit probablement la conservation de son caractère de jeunesse à la multiplication active dont elle est le siège.

Absence de ramification du filament. — Outre cette différence avec l'*Omphalocystis*, notre parasite présente encore celle de n'être jamais formé que d'un filament unique, qui reste simple et ne produit point de ramifications latérales. Ces caractères différentiels m'ont paru suffisants pour en faire un type spécifique et même générique distinct de l'*Omphalocystis Plateaui*, avec lequel il présente néanmoins de grandes affinités par l'aspect et la forme caractéristiques de ses cellules à l'état de maturité. Quant à sa position dans le système des Champignons, je ne puis que répéter ici ce que j'ai dit en terminant la description de l'*O. Plateaui*.

Je n'ai pas entrepris d'essais de culture avec le *Mononema*, afin de savoir comment il se comporte dans le monde extérieur; son mode d'introduction et de propagation chez les Cryptops constitue

par conséquent encore une lacune dans l'histoire biologique de ce parasite, lacune que nous avons dû laisser aussi dans celle de l'*Omphalocystis Plateaui*.

Fréquence relative du Mononema et de l'Omphalocystis. — Enfin, au point de vue de sa fréquence relative, comparée à celle de l'*Omphalocystis*, le *Mononema* m'a paru beaucoup moins répandu que cette dernière espèce. Nous avons vu que celle-ci se trouvait dans nos deux espèces communes de Cryptops, mais plus fréquemment chez le *punctatus* que chez l'*hortensis*. En revanche, ce ne sont que des exemplaires d'*hortensis* qui m'ont présenté le *Mononema*. Il n'y est toutefois pas très commun et ne se rencontre généralement que chez des individus isolés. Dans une seule circonstance, j'ai observé une véritable épidémie de ce parasite : tous les spécimens très nombreux, provenant du sol d'un même champ de haricots, renfermaient dans leur tube digestif des filaments plus ou moins nombreux de *Mononema*. Au contraire, pas un seul des exemplaires de *punctatus* qui vivaient pêle-mêle avec les précédents dans le même sol, ne contenait ce parasite, tandis que la plupart étaient infestés par l'*Omphalocystis*.

C'est chez ces mêmes exemplaires dé *Cryptops hortensis* que j'ai rencontré le végétal parasite dont il me reste à présenter la description.

Rhabdomyces Lobjoyi.

Habitat et aspect général. — L'entophyte que je désigne sous ce nom vit, comme les deux espèces précédentes, dans le tube digestif des Cryptops, et, ce qui est plus remarquable, dans la même portion de ce tube, savoir la région moyenne de l'intestin buccal ou œsophage. Je ne l'ai trouvé que chez les exemplaires de tout âge du *Cryptops hortensis* vivant dans le champ de haricots dont il a été question ci-dessus ; il manquait chez tous ceux de *punctatus* de la même localité. Très fréquemment, le *Rhabdomyces* était associé avec l'*Omphalocystis Plateaui*, et il accompagnait souvent aussi le *Mononema moniliforme*, chez les exemplaires dont l'œsophage était rempli des filaments de cette dernière espèce, comme il est dit ci-dessus. Mais au lieu d'être logé, comme les deux espèces précédentes, dans la cavité de l'œsophage, il a pris pour domicile la

paroi même de ce conduit; nous examinerons plus tard quelle est celle des couches de cette paroi qui est plus directement en rapport avec le parasite; décrivons d'abord ses caractères morphologiques.

Le Rhabdomyces est un Blastomycète. — Examiné à l'état frais et en masse, le *Rhabdomyces Lobjoyi* se présente sous la forme de bâtonnets isolés, cylindroïdes, droits, arrondis aux deux extrémités (fig. 29, *r*; 30, A). Quelques-uns ont une forme plus ou moins ovalaire ou en fuseau; d'autres se renflent vers une de leurs extrémités, ce qui leur donne la forme d'une massue allongée. Leur longueur, très inégale, varie de 0 mm. 018 à 0 mm. 030; la largeur, plus uniforme, est de 0 mm. 003 à 0 mm. 004. Tout l'aspect de ces petits corps, qui sont renfermés par milliers dans la paroi de l'œsophage, indique que nous avons affaire aux conidies d'un Champignon du groupe des Blastomycètes, dont le *Saccharomyces cerevisiæ*, ou levure de bière, est le représentant le plus connu. Comme chez toutes les espèces de ce groupe, les conidies sont de petites cellules qui se multiplient par bourgeonnement. Quelques espèces, notamment parmi celles qui forment les levures, ont en outre une reproduction par formation endogène de spores ou ascospores, qui a été remarquée aussi chez quelques espèces parasitaires de Blastomycètes [1]. Nous verrons que notre espèce rentre également dans cette catégorie, mais seulement après avoir été mise en liberté dans le monde ambiant, tandis que, pendant la vie parasitaire, la reproduction n'a lieu que par la formation de conidies.

Les Conidies. Existence d'un noyau dans leur intérieur. — Les conidies du *Rhabdomyces*, dont nous venons de décrire la forme générale, assez différente de celles des autres espèces du même groupe par leur forme allongée, cylindrique, présentent, sous une mince membrane d'enveloppe, un protoplasma incolore, chargé d'un nombre variable de petites granulations réfringentes graisseuses, auxquelles l'acide osmique communique une teinte noire

1. La reproduction des *Saccharomyces* ou levures par ascospores a été observée par Reess, Schumacher, de Seynes, etc., chez les *S. cerevisiæ, Pastorianus, ellipsoideus, mycoderma*, etc. Bütschli l'a constatée chez une espèce parasite du *Tylenchus pellucidus*; Metschnikoff, chez l'espèce qu'il désigne sous le nom de *Monospora bicuspidata*, parasite du *Daphnia grandis*; M. Moniez, chez le *Leuconiascus polymorphus* Moniez, du *Lecanium hesperidum* (*Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, 9 mai 1887, et *Bull. de la Soc. zool. de France*, t. XII, 1887, p. 150).

intense. On y remarque fréquemment aussi de petites vacuoles claires, arrondies, qui donnent au protoplasma un aspect beaucoup moins homogène qu'aux conidies des autres espèces de la même famille (fig. 30, A, *v*, *v*). Au centre de la conidie est placé un petit noyau ovalaire, dont le grand axe est dirigé comme celui de la cellule. Ce noyau, invisible à l'état frais, ne devient apparent qu'après un traitement prolongé pendant vingt-quatre à quarante-huit heures par le picro-carmin ou d'autres matières colorantes (fig. 30, B, *n*). C'est vraisemblablement là la cause qui a pu faire croire à quelques auteurs que cet élément manquait aux conidies des Blastomycètes, ainsi que cela a été soutenu encore récemment par Krasser [1] et Zalewsky [2], bien que Schmitz, Strasburger, de Bary eussent constaté depuis longtemps la présence d'un noyau dans les cellules du *Saccharomyces cerevisiæ* [3]. Dans les conidies d'un Blastomycète, qui remplissent parfois le sang de la Blatte orientale au point de lui donner un aspect blanc laiteux, presque opaque, j'ai observé également, avec beaucoup de netteté, le noyau, après avoir tué les spores par la chaleur et les traitant ensuite par le bleu de méthylène (fig. 32, A, B, C).

Multiplication des conidies par bourgeonnement. — Les conidies du *Rhabdomyces Lobjoyi* se multiplient suivant le mode ordinaire des Blastomycètes, c'est-à-dire par bourgeonnement. Un petit prolongement en forme de bouton ovalaire apparaît d'abord à l'un des pôles de la cellule, s'allonge, puis se sépare de la cellule mère, d'abord par une cloison, puis par étranglement, et devient libre (fig. 30, C). Telle est l'origine des petits éléments qu'on trouve en grand nombre mêlés aux conidies ordinaires (fig. 30, C′). Je n'ai jamais observé un bourgeonnement par les parties latérales des conidies, non plus que ces colonies simples ou rameuses, formées par des réunions de conidies, que Metschnikoff a décrites et figurées chez sa *Monospora bicuspidata* du *Daphnia grandis* [4].

Siège des conidies dans l'épithélium œsophagien. — Le point le

1. Krasser, *Oesterreich. bot. Zeitschr.*, Bd. XXXV, 1885, p. 373.

2. Zalewsky, *Verhandl. d. Krak. Akad. d. Wiss.*, Bd. XIII, 1885; — *Bot. Centralblatt*, Bd. XXV, 1886, p. 1.

3. Cf. de Bary, *Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze*, 1884, p. 7.

4. Metschnikoff, *Ueber eine Sprosspilzkrankheit der Daphnien*. Virchow's *Archiv*, Bd. XCVI, 1884, p. 177.

plus intéressant peut-être de l'histoire du *Rhabdomyces* est celui qui concerne ses rapports avec le tube digestif. J'avais cru d'abord que les conidies étaient placées à l'intérieur du canal œsophagien, et je fus surpris, en dilacérant le tube digestif avec les aiguilles, de ne pas les voir sortir et se répandre dans le champ du microscope, mais de les trouver adhérentes aux lambeaux de l'œsophage. L'examen de ce conduit *in toto* et à l'état frais ne permet pas de se faire une idée exacte du siège du parasite, d'abord à cause de la transparence des tissus, qui empêche de reconnaître les différentes couches de la paroi œsophagienne, ensuite parce que la cuticule, qui forme la paroi interne du canal, affaissée et revenue sur elle-même, forme un grand nombre de plis qui se confondent avec les lignes de contour du canal et empêchent d'en reconnaître les limites. Une seule fois, une grosse bulle d'air s'étant trouvée logée dans la portion antérieure étroite de l'œsophage, avait maintenu en ce point les parois écartées et rendu leurs limites bien visibles, ce qui me permit de constater que les parasites étaient logés en dehors de la lumière du canal (fig. 29). Mais dans quelle couche de la paroi se trouvent-ils placés? Cette question ne pouvait être résolue que par la méthode des coupes transparentes et colorées, en usage pour la recherche des Bactéries dans l'intimité des organes.

Après avoir jeté les animaux vivants dans une dissolution chaude de sublimé dans l'alcool, on inclut dans la paraffine des tronçons du corps traversés par l'intestin antérieur, et l'on en fait des coupes minces, qui sont traitées par la méthode des doubles colorations, par exemple, par le carmin borique et le violet d'Ehrlich. Cette dernière matière colorante se fixe sur les conidies et les fait ressortir d'une manière très nette sur le fond rouge des tissus colorés par le carmin. La résistance que la chitine oppose à l'action du rasoir amène assez souvent des déchirures à la périphérie des coupes, mais les parties intérieures sont généralement bien conservées. C'est une de ces coupes qui est représentée figure 31.

Il est bon de rappeler d'abord sommairement la structure histologique de l'intestin antérieur. Celui-ci présente, comme chez presque tous les Arthropodes, les couches suivantes, énumérées de dehors en dedans (fig. 31) : 1° une couche de muscles circulaires, relativement épaisse (*me*); 2° une couche de muscles longitudinaux, formée de fibres plus minces (*mi*); 3° une tunique propre mince,

d'un aspect légèrement fibrillaire, ou homogène par places (*p*); 4° une couche épithéliale (*ep*); 5° une tunique intime chitineuse, ou cuticule, reposant sur la couche épithéliale, qui en forme la matrice [1]. Dans toute l'étendue de l'œsophage, des cloisons incomplètes ou *septa*, formées par la tunique propre et l'épithélium doublé de la cuticule, s'avancent dans l'intérieur du canal œsophagien et le divisent en un certain nombre de loges longitudinales étroites, qui communiquent avec l'espace circulaire central plus large. Or, il est facile de s'assurer sur les coupes que cet espace intérieur, ainsi que les prolongements qu'il envoie entre les cloisons, sont entièrement dépourvus de parasites, tandis que ceux-ci sont logés dans l'épaisseur des cloisons; on en compte facilement de 50 à 60 sur certaines coupes, davantage même sur quelques autres. Du sommet à la base des cloisons on voit s'entrecroiser dans tous les sens les petits bâtonnets ou conidies colorés en violet. Ceux-ci sont certainement placés au-dessous de la cuticule et dans la couche épithéliale sous-jacente, mais il n'est pas aisé de dire quels sont leurs rapports exacts avec les éléments de cette couche, s'ils sont placés à l'intérieur des cellules épithéliales ou dans leurs intervalles; cependant, en raison de l'irrégularité de leur position, je penche vers cette dernière opinion. On en aperçoit d'ailleurs quelques-uns qui font manifestement saillie dans l'espace libre entre l'épithélium et la cuticule; d'autres paraissent même placés tout entiers en dehors de l'épithélium et directement au-dessous de la cuticule.

L'inspection des coupes en série de toute la longueur de l'œsophage montre que les conidies manquent dans la portion tout à fait antérieure et étroite de ce conduit, et que leur nombre devient de plus en plus considérable à mesure qu'on se rapproche de sa région moyenne dilatée, pour diminuer de nouveau vers le rétrécissement postérieur de l'œsophage. On pourra se faire facilement une idée de l'énorme quantité de conidies accumulées dans l'œsophage par ce fait qu'elles sont relativement peu abondantes dans la portion de l'œsophage que représente notre figure 31, portion prise dans la région où les parasites commencent seulement à se montrer.

1. A l'état frais, la cuticule est en contact immédiat avec la couche épithéliale, tandis que dans notre figure un certain espace libre existe entre ces deux couches. Cela tient à la rétraction que le liquide fixateur a déterminée sur les cellules de l'épithélium, la cuticule n'ayant pas suivi ce retrait.

Le Rhabdomyces ne se généralise pas dans les autres tissus du corps. — Les conidies restent exclusivement localisées dans l'intestin antérieur, et l'on n'en aperçoit aucune dans les autres parties du corps. Les conidies ne franchissent donc pas la paroi intestinale pour tomber dans la cavité générale du corps et s'y multiplier; elles ne dépassent même pas la couche épithéliale de l'œsophage, car les couches musculaires, placées directement en dehors de celle-ci, s'en montrent toujours exemptes. A ce point de vue, notre parasite diffère du *Monospora* des Daphnies, dont les acrospores, d'après les observations de Metschnikoff, traversent la paroi de l'intestin, où elles sont primitivement contenues, pour pénétrer dans la cavité générale, ce que leur permet facilement leur forme de longues aiguilles pointues aux deux bouts. Sous l'influence des mouvements péristaltiques, celles-ci s'enfoncent dans la paroi intestinale, qu'elles percent de part en part, et tombent dans la cavité générale. Nous ne savons pas si le *Rhabdomyces* existe d'abord sous la forme d'acrospores dans le canal œsophagien, ni par quel mécanisme il passe de ce canal dans la paroi. L'absorption des germes du parasite doit avoir lieu de très bonne heure par les jeunes Cryptops, qui les ingèrent avec les aliments, car tous les exemplaires, de 1 à 2 centimètres au plus, que j'ai examinés en très grand nombre, avaient déjà les parois de leur œsophage farcies de conidies parasites. L'énorme multiplication de celles-ci au lieu d'élection ne paraît pas incommoder beaucoup ces animnux; j'en ai conservé pendant plusieurs mois qui n'avaient rien perdu de la vivacité de mouvements propre à ces êtres, et leurs fonctions digestives ne paraissaient pas non plus se ressentir de la présence du parasite. On s'explique du reste fort bien par le siège qu'occupe celui-ci le peu de danger qu'il fait courir à l'hôte. Nous savons en effet par les belles observations de M. Plateau que le long et vaste œsophage des Cryptops ne sécrète point lui-même de liquides digestifs, mais n'est qu'un réservoir dans lequel les aliments séjournent et sont digérés par les sucs élaborés dans l'intestin moyen et refluant de celui-ci vers l'œsophage [1]. Il n'en est pas de même de certains autres Blastomycètes, tels que le *Monospora*, par exemple, dont les conidies remplissent la cavité générale des Daphnies, et amènent infailliblement

1. Plateau, *Recherches sur les phénomènes de la digestion et la structure de l'appareil digestif chez les Myriapodes de Belgique,* 1876, p. 41.

leur mort, lorsque leur développement n'a pas été prévenu par la destruction des acrospores (qui donnent naissance aux conidies), par les cellules phagocytes du sang, ainsi que nous l'ont appris les curieuses observations de Metschnikoff[1]. J'ai constaté de même que la Blatte orientale périt par l'extraordinaire développement dans l'appareil circulatoire de l'espèce de Blastomycète dont il a été question plus haut (fig. 32, A). J'ai remarqué que ce sont surtout les jeunes Cryptops qui sont attaqués par le *Rhabdomyces Lobjoyi*. Une observation analogue a été faite aussi pour les Daphnies où, suivant Metschnikoff, les jeunes sujets sont plus exposés que les adultes à contracter la maladie déterminée par le *Monospora bicuspidata*.

Mode probable de propagation des conidies d'un individu à l'autre. — D'après le même observateur, la maladie se propage et devient épidémique chez les Daphnies, parce que les individus tués par le parasite et renfermant les spores de celui-ci sont dévorés par les individus sains. Les Cryptops, qui sont des animaux essentiellement voraces et carnassiers, ne se font pas faute d'attaquer et de dévorer des individus de leur propre espèce ; il est donc probable que c'est d'une manière analogue que le *Rhabdomyces* se propage d'un individu à l'autre. Les sujets infestés deviennent aussi souvent la proie du grand et robuste *C. punctatus*, et cependant jamais les individus de cette espèce ne m'ont présenté le *Rhabdomyces*, d'où il faut conclure que, à l'exemple d'un grand nombre de parasites, celui-ci ne trouve pas dans l'espèce congénère des conditions favorables à son développement.

Essais de culture des conidies dans des milieux artificiels. Formation de spores endogènes ou ascospores. — Ici se présente l'intéressante question de savoir ce que deviennent les conidies du *Rhabdomyces* logées dans les parois de l'œsophage des Cryptops. Ne trouvant pas d'issue naturelle au dehors, elles ne peuvent être évacuées avec les excréments, comme cela a lieu pour les spores de l'*Omphalocystis Plateaui* et du *Mononema moniliforme*. Disparaissent-elles par phagocytisme, c'est-à-dire digérées par les cellules épithéliales de l'œsophage au milieu desquelles elles sont

1. Metschnikoff, *Ueber eine Sprosspilzkrankheit der Daphnien*, Virchow's *Archiv*, Bd. XCVI, 1884, p. 178.

placées, ou finissent-elles, par un moyen quelconque, par venir au contact du monde extérieur, c'est ce que mes observations ne m'ont pas permis d'élucider. Quelques essais de culture dans des milieux artificiels me permettent néanmoins de penser que le *Rhabdomyces* a une phase d'évolution dans le monde extérieur. Comme liquides nutritifs j'ai employé l'eau pure, l'urine bouillie et non bouillie, diverses décoctions d'excréments frais d'animaux, des jus de fruits, etc. La plupart de ces essais n'ont donné que des résultats négatifs. Au bout de quelques jours, les conidies se sont altérées et leur contenu s'est rassemblé en petites gouttelettes réfringentes huileuses, semblables à celles qui ont été souvent prises pour un développement de spores chez les Saccharomycètes (fig. 30, E); d'autres fois, il a disparu peu à peu et la conidie s'est trouvée réduite à sa membrane d'enveloppe vide. Dans une seule culture dans l'eau pure, où l'on avait placé des lambeaux d'œsophage garnis de nombreuses conidies, il s'était produit, après un intervalle de trois jours, pendant lequel la température s'était élevée jusqu'à 26° C., des changements qui ne peuvent être interprétés que comme une formation endogène de spores dans les conidies. Chez un certain nombre de celles-ci, le plasma intérieur s'était retiré de la membrane aux deux extrémités de la cellule et concentré au milieu de celle-ci, sous la forme d'un corps qui affectait tantôt l'aspect d'un petit cylindre, tantôt celui d'un cône tronqué ou d'un petit barillet (fig. 30, D). Ce corps s'appliquait exactement par ses côtés sur la membrane d'enveloppe, tandis que son bord antérieur et son bord postérieur libres étaient tournés vers les extrémités de la conidie. Il tranchait par son contour foncé, très accentué, sur le reste de la cellule, réduite à son enveloppe vide, fine et pâle, devenue bien visible par le retrait du plasma intérieur. La signification de ce corps ne peut être que celle d'une endospore ou ascospore. Remarquons, à ce sujet, que le *Rhabdomyces* appartient à la catégorie des espèces, assez rares, de Blastomycètes, où il ne se forme qu'une seule spore endogène dans une cellule ou asque, et qu'il vient prendre place, à cet égard, à côté des espèces observées par Bütschli chez le *Tylenchus pellucidus*, et par Metschnikoff chez les Daphnies, espèces que ce dernier auteur a proposé de réunir en un seul et même genre *Monospora*, précisément en raison de leur ascospore unique. Mais le *Rhabdomyces* diffère des *Monospora*, d'abord en ce que la spore ne se forme pas,

comme chez ceux-ci, dans une asque particulière, mais dans la conidie elle-même, puis par la forme toute différente de sa spore, qui a l'aspect d'un court cylindre ou d'un barillet, tandis que celle des *Monospora* est longue et aciculaire.

Les ascospores du *Rhabdomyces* ne dépassent pas 0 mm.006 de long et 0 mm.003 de large. Elles se composent d'un plasma homogène renfermant un nombre variable de petites gouttelettes huileuses, et probablement aussi le noyau de la conidie, devenu celui de la spore formée à l'intérieur de celle-ci. Ce plasma est entouré d'une membrane d'enveloppe foncée, beaucoup plus épaisse que celle de la conidie; la membrane conidienne disparaît au bout d'un certain temps, et la spore devient libre.

Au moment où j'écris ces lignes, c'est-à-dire trois semaines après la formation des endospores du *Rhabdomyces*, aucun changement appréciable n'est survenu dans l'aspect de ces corps. Les conditions de leur germination me sont par conséquent encore inconnues. Cette germination a-t-elle lieu dans le milieu extérieur ou seulement après que la spore a été introduite avec les aliments dans le tube digestif du Cryptops, c'est ce qu'il m'est encore impossible de décider. L'histoire évolutive du *Rhabdomyces Lobjoyi* présente donc encore des lacunes, que je n'ai pas mieux réussi à combler que pour les deux espèces parasites dont la description a été faite précédemment.

Considérations générales sur le siège des micro-organismes parasites dans le tube digestif. — Pour terminer l'étude des trois nouveaux entophytes décrits dans ce travail, il me reste à les comparer entre eux au point de vue de leurs conditions biologiques. Tous trois appartiennent à la classe des Champignons, comme les *Enterobryus* et les *Eccrina*, que Leidy et Ch. Robin nous ont fait connaître chez d'autres types de Myriapodes, les *Iulus* et les *Polydesmus*. Mais, tandis que ceux-ci ont pour habitat l'intestin moyen, nos trois formes nouvelles vivent exclusivement dans l'intestin antérieur ou œsophage de leur hôte. Deux d'entre elles, l'*Omphalocystis* et le *Mononema*, habitent le canal même de l'œsophage (fig. 33); la troisième, le *Rhabdomyces*, s'établit dans la paroi de ce conduit (fig. 29, 31). Nous devons nous demander pourquoi elles se sont ainsi partagé un même organe.

Comme toutes les espèces parasites sont des organismes primi-

tivement libres adaptés secondairement à la vie parasitaire, la première condition pour séjourner dans leur nouveau milieu est de s'y fixer d'une manière assez solide pour lutter contre les causes mécaniques qui tendent à les en expulser. Pour nos trois espèces en particulier, qui ont établi leur demeure dans le tube digestif, il y avait danger à être entraînées au dehors par la marche des aliments ou les mouvements péristaltiques de l'intestin. L'*Omphalocystis* et le *Mononema*, qui dérivent probablement de formes primitives fixées sur un substratum extérieur quelconque, résistent facilement à ces causes en s'attachant à la paroi interne du canal œsophagien ; le *Rhabdomyces*, au contraire, qui appartient à un type caractérise par des cellules libres et isolées, a dû abandonner le canal pour chercher un refuge dans l'épaisseur même de sa paroi. La différence d'habitat a donc été la conséquence de la différence d'organisation de nos parasites. C'est à ces deux alternatives : fixation à la paroi interne du tube digestif ou pénétration dans les tissus profonds, que presque tous les parasites qui s'introduisent par les voies alimentaires doivent de pouvoir séjourner dans l'hôte qu'ils ont choisi. Les *Enterobryus* et les *Eccrina*, qui sont des végétaux filamenteux, vivent attachés par une sorte de pédicule sur la muqueuse intestinale des Chilognathes; tous les Blastomycètes endoparasites connus jusqu'ici sont au contraire logés dans la profondeur des organes ou dans la cavité du corps de leur hôte. Ainsi, on les a trouvés dans la cavité générale chez les Daphnies (Leydig, Metschnikoff); dans le corps graisseux chez la Tipule, le *Zygæna filipendula* (Leydig); dans les muscles chez les Araignées (Leydig); dans la cavité générale (Leydig) et dans les ovaires (d'après mes observations personnelles), chez le *Lecanium hesperidum*, etc. J'ai déjà parlé de l'espèce qui se multiplie si abondamment dans le sang de la Blatte orientale. On peut ranger aussi ici celle trouvée par Bütschli dans la cavité du corps et les cellules musculaires d'un Nématode libre, le *Tylenchus pellucidus*, et l'espèce récemment rencontrée par M. Moniez dans les tissus du *Tænia bacillaris* [1]. En raison de leur forme, en quelque sorte éparse, ces parasites sont inaptes à se fixer quelque part dans le tube digestif. Il faut joindre à cela le défaut de mouvements propres leur permettant de lutter contre les forces qui tendent à les entraîner au

1. *Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, 9 mai 1887.

dehors. Cette absence de mouvements actifs doit même être considérée comme la principale cause de leur adaptation à la vie profonde dans l'intérieur des organes [1]. La même loi se vérifie aussi pour les organismes animaux, les Grégarines, les Coccidies, qui vivent dans ou sur les cellules de la paroi de l'intestin et ne deviennent libres dans sa cavité que lorsque approche le moment où ils doivent poursuivre leur évolution dans le monde extérieur. Leur séjour dans le canal intestinal n'est en quelque sorte que la première étape du voyage qu'ils doivent effectuer au dehors. Ils s'enveloppent alors dans un kyste sphérique et sont passivement entraînés sous cette forme jusque vers l'extrémité du tube digestif, d'où ils tombent dans le monde ambiant [2]. D'autres Sporozoaires traversent même complètement les parois du tube digestif pour aller se fixer et se multiplier dans certains tissus spéciaux, comme font par exemple les Sarcosporidies, qui se localisent dans les muscles de la vie animale, on pour envahir indistinctement tous les tissus du corps, ainsi que cela a lieu pour le *Microsporidium* (*Nosema*) *Bombycis*, cause de la maladie des Vers à soie connue sous le nom vulgaire de *pébrine*. L'introduction de ce dernier par le tube digestif, d'où il se répand dans toutes les autres parties du corps, est constatée par une foule d'observations et d'expériences spéciales qui ne laissent aucun doute sur la réalité de ce mode d'infection des Vers [3]. Sous ce rapport, le *Microsporidium Bombycis* se comporte donc exactement comme les Blastomycètes parasites, qui traversent l'intestin pour aller s'établir et se développer dans la cavité générale du corps, le sang et les tissus profonds des animaux envahis. Mais pourquoi certaines espèces montrent-elles une prédilection particulière pour tels tissus et tels organes, tandis qu'elles semblent éviter tels autres tissus et tels autres organes? C'est sans contredit en vertu de cette affinité mystérieuse qui règle les rapports entre l'être vivant et son milieu, qui régit le monde microscopique aussi

1. On trouve souvent dans l'intestin des cellules de levure libres, mais leur présence dans le tube digestif ne doit pas être considérée comme un fait de parasitisme; elle est due à une simple introduction de ces cellules avec les aliments.

2. Les Infusoires parasites de l'intestin, tels que les Opalines, les *Balantidium* et autres espèces, qui résistent par leurs mouvements actifs aux forces qui tendent à les chasser du tube digestif, s'enkystent également lorsqu'ils doivent obéir à ces forces pour poursuivre au dehors leur cycle évolutif.

3. Balbiani, *Leçons sur les Sporozoaires*, 1884, p. 157.

bien que le monde macroscopique, mais dont la cause nous échappe entièrement.

NOTE ADDITIONNELLE.

Les organismes végétaux décrits dans le travail qui précède ne sont pas les seuls parasites que l'on observe dans le tube digestif des Cryptops. Plusieurs fois, au cours de mes recherches, j'ai rencontré deux autres parasites appartenant, ceux-là, au règne animal, à la classe des Sporozoaires. C'est d'abord une Grégarine (fig. 34) que je crois nouvelle, à moins qu'elle ne soit l'espèce que M. A. Schneider dit avoir découverte chez les Cryptops, et à laquelle il donne le nom de *Dactylophorus*, en se contentant de signaler son existence dans le premier fascicule du tome II (1887) de ses *Tablettes zoologiques,* se réservant d'en donner la description dans le fascicule suivant, non encore paru.

Je n'ai observé que des individus adultes et libres, des sporadins, pour employer l'expression de M. Schneider. Leur habitat est l'œsophage, où je les ai trouvés plusieurs fois parmi les filaments d'*Omphalocystis* que renfermait ce conduit. Je crois cependant qu'ils n'ont pénétré que secondairement dans l'œsophage, après être devenus libres dans l'intestin moyen, car, d'après les faits aujourd'hui parfaitement connus de l'évolution des Grégarines, ils ont dû se développer dans les cellules épithéliales de l'intestin moyen et non dans celles de l'œsophage, qui sont bien petites pour servir de cellules hospitalières à leur céphalin, et dont l'accès est d'ailleurs défendu au sporozoïte, première forme de la jeune Grégarine, par la cuticule chitineuse qui revêt le face interne de ces cellules. Pour passer de l'intestin dans l'œsophage, le sporadin a dû franchir l'appareil valvulaire ou gésier, en se glissant entre les longues soies chitineuses qui hérissent sa paroi et s'avancent jusqu'au centre de sa cavité. Ces soies étant dirigées vers l'œsophage, c'est-à-dire dans le sens même du chemin que doit parcourir la Grégarine, ne peuvent apporter aucun obstacle à son passage. Le but de cette migration est probablement de trouver dans l'intestin antérieur une demeure plus vaste où elle puisse se mouvoir plus librement, et surtout des matériaux nutritifs plus abondants que dans l'intestin moyen fort étroit du Cryptops. La Grégarine nous donne ainsi la confirmation indirecte de l'opinion de M. Plateau, que le travail de la

digestion, chez les Cryptops, se fait principalement dans l'intestin buccal au moyen des fluides digestifs affluant à travers le gésier [1].

La Grégarine a la forme d'une massue étroite, étirée en une longue pointe à sa partie postérieure (fig. 34). Sa longueur moyenne est de 0 mm. 41, et sa largeur, prise dans la portion renflée du corps, de 0 mm. 035. Le segment antérieur ou protomérite est petit, conoïde, et prolongé sur un de ses côtés en un court appendice obtus, dirigé en avant. C'est sans doute la présence de cet appendice qui a valu à notre espèce le nom de *Dactylophorus*, qui lui a été donné par M. Schneider. Le protomérite a un aspect clair, presque transparent, qui tranche à côté du deutomérite, rendu opaque par la masse granuleuse de l'entocyte. A sa partie antérieure, il présente quelques plis transversaux, irréguliers, qui lui donnent un aspect chiffonné. L'épicyte est très mince et s'épaissit un peu à la partie antérieure du deutomérite. Le noyau est logé dans l'extrémité renflée de ce segment; il contient un nucléole sphérique, assez gros.

Je n'ai rien observé relativement à la reproduction et l'évolution de cette Grégarine, dont M. Schneider nous donnera sans doute dans ses *Tablettes zoologiques* une histoire beaucoup plus complète que je ne le fais ici.

L'autre parasite du Cryptops est une Coccidie qui vit dans l'intestin moyen. Son évolution présente quelques particularités intéressantes. Elle a toujours lieu simultanément avec celle de la cellule épithéliale qui lui sert de cellule hospitalière. Au stade le plus précoce que j'ai observé, on trouve toujours deux petites Coccidies, placées l'une contre l'autre dans la même cellule (fig. 35, A, B). De ces deux Coccidies, une seule est destinée à grossir et à devenir un kyste de sporulation; l'autre reste petite et se présente sous la forme d'un corps sphérique, ovalaire ou lenticulaire, placé à côté de la Coccidie principale ou même logé dans une excavation de la surface de celle-ci (fig. 35, C à H, *c*). Son aspect est clair et réfringent, et tranche à côté de l'entocyte granuleux et opaque de l'individu bien développé. On observe parfois deux de ces petits corps contigus, placés contre la surface de la grosse Coccidie (fig. 35, I). Ce corps accessoire a été aperçu et figuré par

1. F. Plateau, *Recherches sur les phénomènes de la digestion et la structure de l'appareil digestif chez les Myriapodes de Belgique,* 1876, p. 43.

M. Schneider chez le *Klossia dimidiata* du *Scolopendra morsitans*, mais, ignorant sa signification, l'éminent observateur le désigne par l'expression de *corps problématique* [1].

Quelle est l'origine de cette petite Coccidie, qui accompagne d'une manière si constante la Coccidie principale dans l'intérieur de la cellule hospitalière? On ne peut guère admettre que les deux jeunes individus du début de l'évolution proviennent de deux sporozoïtes ayant pénétré dans la même cellule épithéliale. J'incline plutôt à croire qu'ils sont les produits de division d'une cellule coccidienne primitive unique. Cette opinion me paraît d'autant plus plausible qu'elle s'appuie sur une observation analogue, faite sur une espèce du groupe des Grégarines, dont l'évolution présente tant de ressemblances avec celle des Coccidies. Chez le *Diplocystis Schneideri*, du *Periplaneta americana*, M. Kunstler a observé, dans le jeune âge, une division, à la vérité incomplète, du corps en deux ou en trois segments d'où résultent des individus bi-ou trilobés. Il pense même, d'après certaines observations, que cette division peut devenir complète et constituer un véritable mode de reproduction des jeunes individus [2].

On peut rapprocher de la division en trois observée par M. Kunstler les cas où la Coccidie principale est accompagnée de deux petites Coccidies accessoires, ainsi que nous l'avons déjà mentionné (fig. 35, I). Mais il y a cette différence entre notre espèce et le *Diplocystis*, que, chez ce dernier, tous les produits de division sont aptes à devenir des individus complets, tandis que, chez la première, un seul arrive à son développement parfait, l'autre ou les deux autres avortant d'une manière régulière.

Je n'ai observé que quelques phases de la reproduction de la Coccidie du Cryptops, phases représentées dans nos figures K à O (fig. 35); K est un kyste de sporulation qui renferme un grand nombre de sphères de segmentation ou sporoblastes, 10 à 12, peut-être davantage. Je n'ai pas observé leur transformation en spores, non plus que la formation des corps falciformes dans les spores. Les corps falciformes, que l'on met en grand nombre en liberté par la dilacération de l'intestin moyen, présentent la configuration.

1. Schneider, Coccidies nouvelles ou peu connues. *Tablettes zoologiques*, t. I, nos 1 et 2, 1885.

2. J. Kunstler, *Diplocystis Schneideri*. *Tablettes zoologiques* de A. Schneider, t. II, nos 1 et 2, 1887.

l'aspect et les mouvements caractéristiques de ces petits éléments que les figures L, M, N, O de la planche font suffisamment connaître.

Explication des planches I et II.

Fig. 1. — Portion de l'œsophage d'un *Cryptops punctatus*, portant à sa face interne de nombreuses touffes d'*Omphalocystis Plateaui*. Faible grossissement.

Fig. 2. — Une des touffes d'*Omphalocystis*. Plus fortement grossie.

Fig. 3. — *Omphalocystis* montrant la cellule basilaire *cb*, fixée par son ombilic à un pli de la cuticule chitineuse de l'œsophage, et portant de nombreux filaments moniliformes *f, f*, dont la partie inférieure seule est figurée; *b*, bourgeon cellulaire naissant sur le côté de la cellule basilaire et représentant le rudiment d'un nouveau filament. On voit en *b'* un autre bourgeon, portant lui-même un petit bourgeon terminal.

Fig. 4. — Autre spécimen, dont la cellule basilaire porte trois filaments fortement ramifiés, dont les cellules proximales seules ont été représentées.

Fig. 5. — *Id.*; la cellule basilaire est fortement échancrée et paraît comme divisée en deux lobes; *b*, cellule initiale d'un nouveau filament.

Fig. 6. — *Id.*; où l'on n'a représenté que les premières cellules des cinq filaments qui naissent de la cellule basilaire. Ces cellules se fixent exceptionnellement par une base non étranglée sur la cellule basilaire.

Fig. 7. — Jeune plante dessinée complètement, après traitement par l'acide osmique et la glycérine picro-carminée. Le noyau, coloré en rouge, est très visible dans toutes les cellules, notamment en *n*, dans la cellule basilaire; deux des cellules présentent la cloison transversale, *x, x*. par la formation de laquelle débute leur division en deux cellules nouvelles; *b*, jeune bourgeon de la cellule basilaire, dans lequel pénètre un prolongement hyalin du plasma maternel, écarté de la membrane par l'action de la glycérine.

Fig. 8. — Cellule basilaire âgée, portant seulement deux filaments dont on n'a figuré que l'extrémité fixée à la cellule.

Fig. 9. — Portion de filament composée de cinq cellules, qui commencent à s'étrangler à leur milieu. On voit la manière irrégulière dont ces cellules sont réunies les unes aux autres.

Fig. 10. — Fragment d'une plante montrant d'une manière encore plus prononcée l'irrégularité des connexions des cellules entre elles; dans plusieurs de celles-ci, il s'est formé une cloison transversale, *x, x*.

Fig. 11. — Elle montre les rapports de cinq cellules prises au milieu d'une jeune ramification d'*Omphalocystis*. La plus grande a donné naissance à trois cellules par divers points de sa surface.

Fig. 12. — Groupe de grosses cellules presque mûres, articulées ensemble, pris sur un autre point de la même plante.

Fig. 13. — Deux grosses cellules à leur maturité complète, bilobées, réunies entre elles par la pièce intermédiaire *p*. On voit, au pôle opposé de ces cellules, la moitié *p'*, *p'* de la pièce intermédiaire qui appartient à chaque cellule.

Fig. 14. — A, grosse cellule mûre, isolée, séparée de l'extrémité d'un filament et tombée dans la cavité de l'œsophage. On voit à son milieu la bande de plasma hyalin qui simule une cloison transversale, et, aux deux pôles, le petit prolongement *p'*, *p'*, par lequel cette cellule s'articulait avec les cellules contiguës du filament. B, une cellule semblable, traitée d'abord par l'éther, qui a dissous les globules graisseux et mis en évidence le réseau protoplasmique; puis par le carmin aluné acide, qui a coloré le noyau *n*. C, cellule plus jeune, dont le noyau *n* est coloré par le même réactif.

Fig. 15. — Trois jeunes cellules traitées pendant 24 heures par le carmin aluné acide, qui a coloré le noyau.

Fig. 16. — Etat pathologique des cellules; transformation graisseuse du contenu, observée dans des conditions analogues à celles de la plante représentée figure 23. L'action de la glycérine sur les cellules saines détermine un aspect tout semblable du contenu.

Fig. 17. — Plante anormale dont toutes les cellules communiquent ensemble par leur protoplasma, par suite du défaut de formation des cloisons de séparation entre les cellules.

Fig. 18. — Jeune cellule basilaire déjà fixée à un pli de la cuticule œsophagienne et n'ayant pas encore poussé de filaments.

Fig. 19. — Jeune cellule basilaire ayant poussé son premier bourgeon *b*, qui représente la cellule initiale d'un filament.

Fig. 20, 21, 22. — Jeunes *Omphalocystis,* n'ayant encore que quelques courts filaments ramifiés avec les bourgeons *b, b,* qui produiront de nouveaux filaments; *n,* noyau visible dans la figure 22, après traitement par l'acide osmique et le picro-carmin.

Fig. 23. — Etat pathologique d'un jeune *Omphalocystis*; les cellules sont englobées dans une gangue granulo-graisseuse, processus morbide résultant lui-même d'une altération des tissus de l'œsophage sur lequel la plante est fixée.

Fig. 24. — A, C, modifications des cellules d'*Omphalocystis,* trouvées dans les excréments des *Cryptops* et mises en culture dans l'eau pure. Ces modifications tendent probablement à la formation de spores durables par copulation (zygospores). *s, s, s,* spores durables?

Fig. 25. — Portion de l'œsophage d'un *Cryptops hortensis,* portant à sa face interne de nombreux filaments de *Mononema moniliforme,* fixés à la cuticule chitineuse par leur petite extrémité. Faible grossissement.

Fig. 26. — Jeune filament de *Mononema,* montrant la manière dont il est fixé par la cellule terminale de sa petite extrémité *c* à un pli de la cuticule *cut*; *x, x, x,* cloison transversale formée dans la cellule terminale et deux autres jeunes cellules, pour la formation intercalaire de cellules nouvelles.

Fig. 27. — Long filament de *Mononema* (1 1/2 mm.), fixé de même à un pli, *cut,* de la cuticule. La région des jeunes cellules, ou portion proximale du filament, *c* à *c',* est celle où les cellules se multiplient par formation intercalaire, comme on le voit en *x, x.*

Fig. 28. — A, B, deux segments d'un même filament; *c,* segment d'un autre filament. La figure montre comment les cellules sont réunies les unes aux autres par une pièce intermédiaire semblable à celle des filaments d'*Omphalocystis*; A, *a, a,* deux cellules avortées à l'extrémité du filament; C, *a, a,* quatre cellules avortées dans la continuité du filament.

Fig. 29. — Portion de la partie antérieure de l'œsophage d'un *Cryptops hortensis.* Le canal de l'œsophage est maintenu ouvert par une grosse bulle d'air *a.* On voit dans la paroi de nombreuses conidies en bâtonnet de *Rhabdomyces Lobjoyi, r.* — Préparation fraîche.

Fig. 30. — A, conidies de *Rhabdomyces,* à l'état frais. B, les mêmes, traitées par le picro-carmin, qui colore le noyau *n*; C, conidies en voie de bourgeonnement; C', bourgeons devenus libres; D, formation d'une endospore au centre de la conidie, observée dans une culture artificielle; E, conidies altérées, renfermant des gouttelettes huileuses. Gross., 400.

Fig. 31. — Coupe transversale à travers la partie antérieure de l'œsophage d'un *Cryptops hortensis*; *me,* couche musculaire externe; *mi,* couche musculaire interne; *p, tunica propria,* s'avançant dans l'intérieur des cloisons ou *septa*; *ep,* épithélium, doublé à sa face interne par la cuticule chitineuse. On voit les conidies, colorées en violet, placées dans la couche épithéliale. — Fixation par l'alcool et le sublimé; coloration par le carmin borique et le violet d'Ehrlich. Gross., 100.

Fig. 32. — Conidies d'un Blastomycète du sang de la Blatte orientale. A, état frais et bourgeonnant; B, le noyau est rendu visible par l'action de la chaleur, suivie de coloration par le bleu de méthylène; C, modification des conidies observée dans une culture artificielle dans du sable humide. Les conidies ont poussé à l'une de leurs extrémités des prolongements filiformes simples ou ramifiés, par lesquels elles sont fixées sur les grains de sable. Elles se sont détruites sans présenter d'autres changements.

Fig. 33. — Coupe transversale à travers la région moyenne de l'œsophage d'un *Cryptops punctatus* adulte. L'intérieur du tube œsophagien est rempli par une matière coagulée (chyme?) dans laquelle sont empâtés des débris alimentaires et des cellules d'*Omphalocystis* colorées en violet. Fixation par l'alcool et le sublimé, coloration par le carmin borique et le violet d'Ehrlich. Gross., 100.

Fig. 34. — Grégarine trouvée dans l'œsophage du *Cryptops punctatus* (*Dactylophorus* de A. Schneider.) Gross., 160.

Fig. 35. — Coccidie de l'intestin moyen du *Cryptops punctatus.* A, B, jeunes Coccidies renfermées deux par deux dans une jeune cellule épithéliale de l'intestin (division d'une cellule coccidienne primitive unique?); C à H, l'une des deux Coccidies continue à se développer, tandis que l'autre, *e,* reste à l'état rudimentaire, et est placée dans une dépression superficielle de la Coccidie principale (corps problématique de A. Schneider); I, Coccidie avec deux cellules coccidiennes rudimentaires contiguës; *n,* noyau de la cellule hospitalière; KO, kyste renfermant de nombreux sporoblastes; L, kyste contenant des sporozoïtes mûrs; M, groupe de sporozoïtes mûrs montrant au milieu le nucléus de reliquat; N, sporozoïtes libres et agiles; O, mêmes éléments, montrant le noyau placé dans la grosse extrémité, coloré par le picro-carmin.

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

SUR

LA PUISSANCE DIGESTIVE COMPARÉE

DU CHEVAL, DE L'ANE ET DU MULET

Par André SANSON,

Professeur de zoologie et zootechnie à l'École nationale de Grignon et à l'Institut national agronomique.

I. — PROGRAMME DES RECHERCHES ET DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL.

La puissance digestive des chevaux, je veux dire leur aptitude à digérer une proportion plus ou moins forte des principes immédiats nutritifs composants de leur alimentation, ou ce que nous nommons leur coefficient digestif, a été dans ces derniers temps l'objet de nombreuses recherches. Les premières en date furent exécutées à Dresde, en 1864 et 1865, par Haubner et Hofmeister, sur la puissance digestive du cheval pour le foin de pré et pour un mélange de foin, d'avoine et de paille hachée [1]. A partir de 1876, E. Wolff en a poursuivi à Hohenheim une série des plus variées, dont on ne sera probablement pas fâché de trouver ici l'indication détaillée [2]. Toutes n'avaient point pour unique objet la détermi-

1. *Die landwirthschaftlichen Versuchs-Stationen*, Bd VII, p. 413, et Bd VIII, p. 99 et suiv.

2. (1) Vergleichende Versuche mit Pferd und Hammel im Sommer 1876 : Ueber die Verdaulichkeit, des normalen Pferdfutters, von Wiesenheu, Hafer und Strohhäcksel. *Die landw. Versuchs-Stationen*, Bd XX, s. 125-169.

(2) Vergleichende Versuche mit Pferd und Hammel in Winter 1876-1877 : Ueber die Verdaulichkeit verschiedener Arten von Rauhfutter, nebst Abbildung im Beschreibung eines new-Konstruister Pferde-Dynamometers. *Ebenda,* Bd XXI, s. 19-61.

(3) Weitere Versuche im Winter 1876-1877 : Wiederholte Beobachtungen über die

nation du coefficient digestif. Elles ne pouvaient cependant pas manquer, en raison de leur programme même, de fournir pour cela des documents. L'auteur en a réuni les résultats dans une publication spéciale, qui sera toujours consultée avec fruit par ceux qui ont à s'occuper de l'alimentation des chevaux [1].

Nous sommes donc maintenant, en ce qui concerne la puissance digestive des chevaux, qui avait été jusque-là très peu étudiée, presque aussi riches qu'à l'égard de celle des Ruminants, dont Henneberg et Stohmann s'étaient auparavant exclusivement occupés

Verdaulichkeit des normalen Pferdefutters, von Wiesenheu, Hafer und Strohhäcksel. *Landwirthschaftliche Jahrbücher*, Bd VIII, suppl., s. 6-33.

(4) Vergleichende Versuche mit Pferd und Hammel im Herbst 1877 : Ueber die Verdaulichkeit des in verschieden Vegetationsstadien geschnitten Wiesenfutters, nebst Beobachtungen über den Eiweissumsatz im Körper der beiderlei Thiergattungen. *Ebend.*, Bd VIII, suppl., s. 34-72.

(5) Versuche im Sommer 1877 und im Winter 1877-1878 : Ueber die Verdauung des Futters unter den Einfluss einer gestrigerten Arbeitsleistung des Pferdes, nebst Beobachtungen über das zur Aufbesserung eines niedrigen Ernährungszustandes erforderliche Futter. *Ebend.*, Bd VIII, suppl. s. 73-122.

(6) Versuche im Sommer 1877 : Ueber den Einfluss der Muskelthätigkeit auf den Stoffzerfall im Organismus des Pferdes. *Ebend.*, Bd VIII, s. 701-712, 1879.

(7) Versuche mit dem Pferd in den Jahren 1878-1880 : Ueber einige Beziehungen zwischen Muskelthätigkeit und Stoffzerfall im thierischen Organismus. *Ebend.*, Bd IX, s. 651-688, 1880.

(8) Versuche im Winter 1879, und im Jahren 1879-1880 : Über die Verdauung des Futters unter dem Einfluss ungleicher Arbeitleistung des Pferdes, mit Beigabe von Stärkmehl und mit einseitig erhöhter Menge des Futterfettes. *Ebend.*, Bd X, s. 559-584, 1881.

(9) Vergleichende Versuche mit Pferd und Hammel im Sommer 1879 : Ueber die Verdaulichkeit von zweierlei Arten Kleeheu. *Ebend.*, Bd X, s. 585-595.

(10) Vergleichende Versuche mit Pferd und Hammel : Ueber die Verdaulichkeit von Wiesenheu und Erbsen. *Ebend.*, Bd X, s. 594-601.

(11) Versuche im Sommer 1881 : Ueber die Verdauung entbitterter Lupinen durch das Pferd und Beobachtungen über die Leistungfähigkeit des Pferdes bei Lupinen und Hafer fütterung. *Ebend.*, Bd X, s. 894-892.

(12) Versuche im Winter 1880-1881 : Ueber die Verdauung von Wurzelgewächsen (Kartoffeln und Möhren neben Wiesenheu und Hafer) durch das Pferd. *Ebend.*, Bd XIII, s. 247-270, 1884.

(13) Vergleichende Versuche mit Pferd und Hammel im Sommer 1881 : Ueber die Verdaulichkeit des Rothklee's und zweier Schnitte der Luzerne. *Ebend.*, Bd XIII, s. 271 bis 290, 1884.

(14) Vergleichende Versuche mit Pferd und Hammel im Sommer 1882 : Ueber die Verdaulichkeit von Wiesenheu und Kleeheu, nebst Beobachtungen über die Ausscheidung der Mineralstoffe bei dem Pferd. *Ebend.*, Bd XIII, s. 271-290, 1887.

1. *Grundlagen für die rationelle Fütterung des Pferdes. Resultate zehnjähriger in Hohenheim augsführter Versuche, zusammengestellt und erörtert,* von Dr. E. Wolff. Berlin, Paul Parey, 1886.

à la station de recherches de Weende-Goettingue. Mais nous ne possédions encore rien, à ma connaissance, au sujet de celle des autres Equidés domestiques, ânes et mulets, avant les recherches que j'ai instituées à mon laboratoire de l'École de Grignon et dont j'ai déjà publié sommairement les principaux résultats [1]. Ces recherches ont été entreprises en vue surtout de trouver la raison scientifique ou expérimentale d'un fait que l'observation vulgaire avait rendu évident depuis bien longtemps. Tout le monde connaît la sobriété des mulets, et nul n'ignore, parmi ceux qui les utilisent comme moteurs, qu'à nourriture égale ils ont une capacité de travail bien supérieure à celle des chevaux de même taille et de même poids. Il était certes permis d'en inférer que leur supériorité motrice ne pouvait tenir qu'à une puissance digestive plus grande, à moins que leurs muscles eussent la propriété de tirer meilleur parti de l'énergie dégagée par une égale quantité d'aliments digérés. Il n'y avait guère de probabilités en faveur de cette dernière supposition. En tout cas, c'est l'expérimentation seule qui devait en décider. Et en raison des nombreux emplois auxquels se prêtent, en qualité de moteurs animés, les mulets, aussi bien dans les armées que dans l'industrie, la question a une grande importance.

Le tempérament du mulet, ainsi reconnu, est encore plus celui de l'âne, son père. On est étonné de la force qu'il se montre capable de déployer, eu égard à sa petite taille, surtout de sa tenacité au travail, souvent avec une alimentation réduite à presque rien. En trouver expérimentalement le motif physiologique n'avait point le même intérêt pratique que pour le mulet. Mais, d'un autre côté, celui-ci devait être comparé, sous le rapport de son coefficient digestif, à la fois avec le cheval et avec lui, sans quoi l'étude n'eût pas été complète.

Cette étude nous a présenté des difficultés dont il faut dire un mot, afin d'expliquer ce qu'elle peut laisser à désirer, tout au moins en apparence. On lui reprochera sans doute (et cela s'est déjà produit) de n'avoir porté que sur un trop petit nombre de sujets. En ce qui concerne les chevaux, ce qu'on a vu plus haut des recherches antérieures rendait superflu de recommencer ce

1. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de la Société de biologie*, 9e série, t. V, p. 316, séance du 7 avril 1888, et *Bulletin de la Soc. centr. de médecine vétér.*, séance du 12 avril 1888.

qui avait été déjà fait et bien fait. Quant aux ânes, nous aurions pu sans peine multiplier les expériences. Nous ne l'avons pas cru nécessaire. Pour les mulets, au contraire, il n'y eût eu que des avantages à ce qu'elles fussent plus nombreuses. Il a fallu s'incliner devant l'impossibilité de s'en procurer. A Paris et dans les environs on n'en trouve ni dans le commerce, ni chez des particuliers disposés à les prêter ou à les louer. Nous nous sommes vu dans l'obligation de nous adresser à l'administration de la guerre, qui, après avoir d'abord opposé à notre demande un refus formel, ne s'est décidée que sur de pressantes instances à mettre pour quelques semaines seulement à notre disposition un des mulets de la garnison de Versailles. Les démarches qu'il a fallu faire pour obtenir cet unique sujet, en vue de recherches dont l'armée devait être cependant la première à profiter, ne sont évidemment pas à l'éloge de ceux qui durent être consultés par la direction de la cavalerie au ministère de la guerre. On n'en parle ici que pour dégager sa propre responsabilité, en faisant observer toutefois qu'en raison des résultats constatés, la conclusion ne s'en présente pas moins avec un degré de certitude suffisante, comme nous le montrerons en discutant ces résultats.

Les recherches dont le présent mémoire a pour objet d'exposer les détails ont été faites avec le concours aussi zélé qu'habile de mon assistant d'alors, M. L. Duclert, devenu depuis professeur de zootechnie à l'École nationale d'agriculture de Montpellier. Il en a suivi l'exécution, d'après le programme que j'avais tracé, et toutes les analyses chimiques qu'elles comportaient lui sont dues.

Ces sortes de recherches consistent, comme on sait, à établir le plus exactement possible le bilan de ce qui entre dans le tube digestif et de ce qui en sort, durant un temps déterminé. La différence entre les quantités ingérées de principes immédiats nutritifs et de matières minérales et celles des mêmes substances retrouvées dans les déjections représente les quantités retenues ou digérées, à la condition, bien entendu, qu'il se soit écoulé un temps suffisant au moment où les déjections sont portées en compte. Certains expérimentateurs ont été conduits à tirer des conclusions erronées des résultats de leurs expériences, pour avoir négligé de prendre cette précaution indispensable. Ils ont ainsi attribué à l'alimentation comptée, des déjections provenant d'une alimentation antérieure. Ils ne pouvaient cependant guère ignorer que ces

déjections séjournent un certain temps dans l'intestin. C'est ce qui est arrivé notamment pour les premières recherches qui furent faites sur l'addition du phosphate de chaux dans l'alimentation des veaux. Ceux-ci avaient paru en utiliser une partie, tandis que dans des expériences ultérieures mieux faites, où la précaution dont il vient d'être parlé avait été prise, on a constaté que les quantités ingérées se retrouvaient exactement dans les déjections. Auparavant, du phosphate non reçu avait été porté en compte.

La méthode du bilan digestif, universellement adoptée par les expérimentateurs, est en effet la seule qui puisse être suivie. Elle n'est en principe passible d'aucune objection. Ce serait donc perdre son temps d'entreprendre de la justifier des critiques dont elle a pu être l'objet. Seulement, dans son exécution, pour que le compte soit exact, elle exige des soins minutieux qui, à notre connaissance, n'ont pas toujours été l'objet d'une attention suffisante. Ce n'est pas tout, par exemple, que l'analyse chimique des substances alimentaires et des déjections, exécutée sur des échantillons bien pris par des chimistes de premier ordre, offre les plus grandes garanties possibles. Cette analyse ne présente du reste point de difficultés sérieuses. Les procédés en sont classiques et d'ailleurs fort simples. Les résultats n'en sont pas moins faussés si, comme nous l'avons vu faire, on néglige d'éviter que durant l'expérience la proportion de matière sèche puisse varier dans les fourrages en laissant ceux-ci exposés à l'air libre, ou si le sujet d'expérience n'est pas mis dans l'impossibilité d'ingérer autre chose que ce qui lui est compté, notamment de la paille de litière. C'est ce qui est arrivé quelquefois.

Dans nos propres recherches, la quantité totale de foin nécessaire pour toute la durée de l'expérience a été, après la prise d'échantillon, chaque fois enfermée dans un coffre clos, d'où la ration journalière, pesée avec soin, était tirée pour être mise dans la mangeoire. De même pour l'avoine, donnée ensuite. Le repas de chacun des aliments, pris sous la surveillance de l'assistant, une fois achevé, en cas de restes ceux-ci étaient recueillis jusqu'au dernier brin ou à la dernière graine et pesés avec précision. De la sorte les quantités réellement ingérées pouvaient être notées d'une façon tout à fait exacte. L'animal étant placé sur une aire entièrement nue, sans aucune litière, il ne mangeait que ce qui lui était présenté.

Pour recueillir les déjections, on emploie habituellement une installation spéciale, imaginée en Allemagne et dite stalle d'expérimentation. Nous n'en décrirons point le dispositif compliqué et coûteux, lui en ayant substitué un autre incomparablement plus simple, plus commode, et permettant, croyons-nous, d'arriver à des résultats plus exacts. La stalle allemande, dans laquelle les déjections tombent sur le sol, exige des lavages à l'eau distillée qui, indépendamment de toute autre considération non négligeable, nous paraissent devoir entraîner forcément des pertes. Quoi qu'il en soit, nous avons jugé préférable d'appliquer aux grands animaux le procédé qui n'avait jusqu'alors pu être employé que pour les petits et qui consiste à faire tomber les déjections solides dans une sorte de poche appelée par les Allemands *Kothbeutel*, qui met sûrement à l'abri de ces pertes et qui a en outre l'inestimable avantage de pouvoir être utilisée partout, sans grands frais d'installation. Telle qu'elle a été confectionnée par M. Galante, sur nos indications, c'est plutôt ce qu'en terme technique on nomme une *manche*. Nous allons la décrire en détail.

C'est un sac allongé, d'une capacité d'environ quinze décimètres cubes, ouvert à ses deux extrémités. L'inférieure peut être maintenue fermée par le rapprochement des parois serrées entre deux demi-cylindres en bois réunis à chaque bout au moyen d'un anneau en caoutchouc. La supérieure, toujours béante, est pourvue à son bord postérieur d'un culeron renflé, embrassant la base de la queue de l'animal et se continuant par une véritable croupière dont les branches se joignent à une longue courroie. Immédiatement au-dessous de ce culeron, le sac présente une dilatation qui doit se trouver en face de l'anus. De chaque côté de ce même bord supérieur, le sac présente un prolongement élargi, sorte d'oreille s'appliquant sur la fesse et la débordant un peu pour s'appuyer sur la cuisse. Il se termine lui aussi par une longue courroie. Enfin la partie antérieure de l'orifice, moins élevée que les autres, offre elle aussi deux prolongements, mais beaucoup moins grands, et terminés de même par des courroies.

Ce sac avait été d'abord confectionné en pur caoutchouc et renforcé par des bandes longitudinales plus épaisses que ses parois. Afin de lui donner plus de solidité et partant plus de durée, nous préférons maintenant un tissu analogue à celui dont on se sert pour les vêtements imperméables.

Un surfaix, pourvu sur son bord postérieur d'autant de boucles qu'il y a de courroies au sac, et sur l'antérieur de deux qui doivent recevoir l'avant-cœur dont la fonction est de l'empêcher de glisser en arrière sur le corps, lorsqu'il est attiré par le poids du sac rempli, complète l'appareil. Pour faire fonctionner celui-ci, on passe d'abord la queue de l'animal dans le culeron de la croupière, jusqu'à ce que sa base soit atteinte, puis on en boucle la courroie au surfaix, préalablement serré à sa place ordinaire et muni de son avant-cœur; les deux courroies latérales, passant sur les cuisses, sur les parois du ventre et de la poitrine, sont bouclées à leur tour; et enfin les deux inférieures, assez écartées pour passer sous les aines, vont atteindre le surfaix sous le sternum. Les courroies étant suffisamment serrées, l'orifice supérieur du sac entoure l'anus de façon à ce qu'aucune parcelle des déjections ne puisse tomber en dehors. L'expérience l'a maintenant surabondamment démontré. Lorsque l'animal éprouve le besoin d'opérer la défécation, il lève la queue, et celle-ci, en se redressant, entraîne le bord postérieur de l'orifice du sac de façon à l'écarter de l'anus en le portant plus haut que son niveau. Il n'y a donc aucune gêne dans la fonction, qui s'exécute dans les conditions tout à fait normales.

Il va sans dire que l'appareil n'est applicable qu'aux sujets mâles, qu'on est dès lors obligé de choisir pour les expériences. Avec les femelles le sac recevrait nécessairement les urines en même temps que les déjections solides. Dans le cours de nos recherches nous n'avons éprouvé aucune difficulté pour faire supporter son application. Que le sac soit rempli ou vide, les animaux se couchent pour se reposer quand ils en sentent le besoin, et il n'en conserve pas moins son contenu. Le matin on y trouve intactes les déjections de la nuit. Dans la journée, chaque fois que le sujet doit être visité pour l'exécution de l'expérience, si le sac contient des excréments on le vide en ouvrant l'orifice inférieur et en les recevant dans un vase convenable. Nous nous sommes servi pour cela de grands cristallisoirs en verre recouverts par une plaque de même substance.

Du reste, voici le programme complet des expériences, tel qu'il avait été tracé sur le cahier du laboratoire et tel qu'il a été ponctuellement suivi :

« On déterminera d'abord la capacité du sujet d'expérience relativement à la quantité de foin mangé dans les vingt-quatre heures,

de façon à savoir la provision à faire pour 10 jours, puis cette provision sera placée dans le local habité par ce sujet, lequel local devra être toujours fermé à clef.

« Le foin et l'avoine mis en provision seront analysés à la manière ordinaire, sur un échantillon prélevé avec soin pour représenter le mieux possible la moyenne.

« Après trois jours d'alimentation préparatoire, le foin distribué à chaque repas sera pesé. Après le repas on recueillera les restes et on les pèsera. Les poids constatés seront toujours notés.

« On abreuvera le sujet en lui présentant l'eau à sa place dans l'écurie.

« Le matin du cinquième jour, avant le premier repas, l'appareil pour recueillir les crottins sera placé, pour ne plus être enlevé qu'à la fin de l'expérience.

« Chaque fois que, dans la journée, ce jour-là et les suivants, on constatera la présence de crottins dans la manche de l'appareil, celle-ci sera ouverte pour les recueillir et les peser aussitôt à l'état humide. Le poids en sera noté, avec indication du jour et de l'heure. Le soir, les crottins de la journée, recueillis dans un vase fermé, seront malaxés et bien mélangés, pour fournir un échantillon moyen de 10 grammes qui sera mis à l'étuve, puis pesé après dessiccation complète. Cet échantillon, indiquant la proportion de matière sèche, sera déposé dans un bocal fermé, et ainsi pour celui de chaque jour.

« Après dix jours, les échantillons de crottins secs seront bien mélangés pour fournir à leur tour un échantillon moyen devant servir pour l'analyse. Celle-ci aura pour objet de doser, dans les déjections solides, l'azote, les matières solubles dans l'éther, la cellulose brute et les matières minérales, comme dans les fourrages ingérés. De la différence entre les quantités ingérées et les quantités éliminées, calculées d'après les résultats des pesées et des analyses, se déduiront nécessairement les quantités digérées. Et de la comparaison entre ces dernières quantités proportionnelles et celles qui ont été constatées déjà daus les recherches antérieures sur le cheval, se déduira le coeficient particulier des asiniens. »

Nous entrons dans ces détails parce que, à notre avis, surtout dans les expériences de ce genre, la valeur des résultats dépend des conditions dans lesquelles elles ont été exécutées. Il faut que ces conditions soient toutes connues, pour qu'on puisse les contrô-

ler, et il y a lieu de regretter que tous les auteurs ne se soient point crus obligés de procéder ainsi. On aurait sans doute trouvé facilement les causes d'erreur expliquant les résultats contradictoires que quelques-uns ont publiés.

Nos recherches ont été faites avec trois sujets d'expérience : un âne, un mulet et un cheval.

L'âne, d'un âge avancé, appartenant à la race d'Afrique, est depuis longtemps à l'école de Grignon, où il sert pour le service intérieur de l'établissement. Il jouit, comme ses pareils, d'une santé à toute épreuve, et il pèse 240 kilogrammes.

Le mulet, du train des équipages de la garnison de Versailles, avait une taille de 1 m. 54. Son poids vif était de 440 kilogrammes. Sa santé ne laissait non plus rien à désirer.

Le cheval, âgé de dix ans, était ce qu'on appelle un carrossier, appartenant à un fermier de Seine-et-Oise, qui avait eu l'obligeance de le mettre à notre disposition. Sa taille était de 1 m. 62 et son poids vif de 560 kilogrammes. Il était lui aussi bien portant.

Ces trois sujets ont reçu leur ration ordinaire et l'expérience n'a commencé pour chacun qu'après qu'il se montrait habitué à sa nouvelle installation. D'ailleurs, ils ont tous les trois constamment bien mangé et il n'y a eu aucun trouble dans leur digestion. Les crottins se sont toujours montrés bien moulés et normaux. On peut donc avoir une entière confiance à l'égard de la validité des expériences dont nous allons maintenant donner l'exposé détaillé.

II. — Exposé des expériences.

Nous ferons suivre ces expériences dans l'ordre où elles ont été exécutées et qui était commandé par celui dans lequel nous avons pu nous procurer les animaux nécessaires. La première, concernant l'âne, a commencé effectivement le 6 juillet 1887.

1. *Expérience sur l'âne.* — Le foin de pré dont l'animal a été exclusivement nourri avait la composition suivante :

Humidité.	11,32 0/0	ou matière sèche, 88,68.
Protéine brute [1].	10,06	»
Matières solubles dans l'éther.	2,93	»
Extractifs non azotés [2]	51,71	»

1. Nous nommons ainsi le produit du dosage de l'azote par le coefficient 6,25, cet azote étant, dans les fourrages, admis à l'état d'albumine qui en contient 16 p. 100.

2. Dosés par différence et comprenant tout ce qui est soluble dans l'eau ou dans

Cellulose brute . . . . 26,42 0/0 »
Cendres . . . . 8,88 »

Les quantités qu'il en a consommées, ainsi que celles des composants ingérés, puis celles des déjections et aussi de leurs composants, sont inscrites dans les tableaux ci-après :

a. *Tableau des aliments entrés.*

DATES	QUANTITÉS DE FOIN Kos	MATIÈRE SÈCHE Kos	PROTÉINE BRUTE Kos	MATIÈRES SOLUBLES DANS L'ÉTHER Kos	EXTRACTIFS NON AZOTÉS Kos	CELLULOSE BRUTE Kos	CENDRES Kos
6 juillet 1887........	2.835	2.514	0.283	0.083	1.465	0.758	0.251
7 id.	2.332	2.068	0.234	0.068	1.205	0.616	0.207
8 id.	2.455	2.179	0.247	0.071	1.269	0.648	0.218
9 id.	3.506	3.109	0.352	0.102	1.812	0.926	0.311
10 id.	1.547	1.371	0.155	0.045	0.799	0.408	0.137
11 id.	2.364	2.096	0.237	0.068	1.222	0.624	0.209
12 id.	2.872	2 546	0.288	0.084	1.485	0.758	0.255
Totaux....	17.911	15.883	1.796	0.521	9.257	4.738	1.588

Les déjections contenaient en moyenne, pour 100 de matière sèche :

Protéine brute 7,75
Matières solubles dans l'éther. 3,40
Extractifs non azotés. 44,02
Cellulose brute 29,88
Cendres. 11,55

b. *Tableau des déjections expulsées.*

DATES	CROTTINS HUMIDES Kos	MATIÈRE SÈCHE Kos	PROTÉINE BRUTE Kos	MATIÈRES SOLUBLES DANS L'ÉTHER Kos	EXTRACTIFS NON AZOTÉS Kos	CELLULOSE BRUTE Kos	CENDRES Kos
7 juillet 1887	5.323	0.992	0.076	0.033	0 436	0.296	0.114
8 id.	4.763	1.115	0.086	0.037	0 490	0.333	0.128
9 id.	5.223	1.113	0.086	0.037	0.490	0.333	0.128
10 id.	2.888	0.632	0 048	0.021	0.278	0.188	0.072
11 id.	5.080	0.978	0.075	0.033	0.430	0.292	0.112
12 id.	4.588	0.854	0.066	0.029	0.375	0.255	0.098
13 id.	6.685	1.365	0.105	0.046	0.600	0.407	0.157
Totaux....	34.550	7.049	0.542	0.236	3.099	2.104	0.809

les acides étendus, comme les sucres, l'amidon, etc., en un mot les hydrates de carbone.

En établissant la balance des quantités totales de foin ingérées et de déjections expulsées durant les sept jours d'expérience, on obtient les résultats suivants :

	A L'ÉTAT NORMAL	MATIÈRE SÈCHE	PROTÉINE BRUTE	MATIÈRES SOLUBLES DANS L'ÉTHER	EXTRACTIFS NON AZOTÉS	CELLULOSE BRUTE	CENDRES
	Kos	Kos	Kos	Kos	Kos	Kos	Kos
Foin ingéré...........	17.911	15.883	1.796	0.521	9 257	4.738	1.588
Déjections expulsées..	34.550	7.049	0.542	0.236	3.099	2.104	0.809
Digéré...............		8.834	1.254	0.285	6.158	2.634	0.779
Coefficients digestifs...		0,556	0,698	0.542	0.665	0.441	0,49

2. *Expérience sur le mulet.* — Elle a commencé le 29 février 1888. Pour qu'il ne fût rien changé à ses habitudes, l'animal a reçu chaque jour les quantités de foin de pré et d'avoine composant sa ration réglementaire. L'avoine a toujours été mangée intégralement. On verra qu'il n'en a pas été ainsi pour le foin. Il n'y a pas lieu de s'en étonner, du moment que le séjour à l'écurie était continuel. En l'absence de tout exercice l'appétit devait nécessairement être un peu diminué. Voici quelle était la composition de ce foin :

Humidité.	16,60 0/0	ou matière sèche, 83,40 0/0
Protéine brute.	9,12	»
Matières solubles dans l'éther.	3,10	»
Extractifs non azotés . .	38,00	»
Cellulose brute	42,08	»
Cendres	7,70	»

L'avoine, de très bonne qualité comme on va le voir, avait de son côté la composition suivante :

Humidité.	15,00 0/0	ou matière sèche, 85 0/0
Protéine brute.	13,50	»
Matières solubles dans l'éther.	4,42	»
Extractifs non azotés. . . .	67,52	»
Cellulose brute.	10,56	»
Cendres.	4,00	»

Voici maintenant les tableaux des entrées et des sorties :

a. *Tableau des aliments entrés.*

DATES	ALIMENTS	QUANTITÉS A L'ÉTAT NORMAL Kos	MATIÈRE SÈCHE Kos	PROTÉINE BRUTE Kos	MATIÈRES SOLUBLES DANS L'ÉTHER Kos	EXTRACTIFS NON AZOTÉS Kos	CELLULOSE BRUTE Kos	CENDRES Kos
29 février 1888.	Foin.	3.350	2.793	0.305	0.093	1.173	1.409	0.257
	Avoine.	4.000	3.400	0.540	0.176	2.700	0.422	0.160
1er mars 1888.	Foin.	5.010	4.178	0.456	0.155	1.903	2.108	0.385
	Avoine.	4.000	3.400	0.540	0.176	2.700	0.422	0.385
2 id.	Foin.	3.670	3.060	0.334	0.113	1.394	1.544	0.282
	Avoine.	4.000	3.400	0.540	0.176	2.700	0.422	0.385
3 id.	Foin.	4.150	3.461	0.378	0.128	1.577	1.746	0.319
	Avoine.	4.000	3.400	0.540	0.176	2.700	0.422	0.385
4 id.	Foin.	2.815	2.347	0.256	0.087	1.069	1.184	0.216
	Avoine.	4.000	3.400	0.540	0.176	2.700	0.422	0.385
5 id.	Foin.	5.563	4.639	0.507	0.172	2.113	2.340	0.428
	Avoine.	4.000	3.400	0.540	0.176	2.700	0.422	0.385
	Totaux	48.558	40.878	5 476	1.804	25.429	12.863	3.972

La composition moyenne des déjections était, pour 100 de matière sèche :

Protéine brute	7,27
Matières solubles dans l'éther	5,00
Extractifs non azotés	38,63
Cellulose brute	40,02
Cendres	8,90

b. *Tableau des déjections expulsées.*

DATES	CROTTINS HUMIDES Kos	MATIÈRE SÈCHE Kos	PROTÉINE BRUTE Kos	MATIÈRES SOLUBLES DANS L'ÉTHER Kos	EXTRACTIFS NON AZOTÉS Kos	CELLULOSE BRUTE Kos	CENDRES Kos
1er mars 1888........	9.700	2 300	0.167	0.115	0 888	0.924	0.204
2 id.	8.400	1.980	0 143	0.099	0.764	0.795	0.176
3 id.	10.835	2.590	0.188	0.129	1.000	1.041	0.230
4 id.	8.385	2.030	0.147	0.101	0.784	0.816	0.180
5 id.	8.930	2.140	0.155	0.107	0.826	0.860	0.190
6 id.	10.480	2.420	0.175	0.121	0.934	0.980	0.217
Totaux.....	56.730	13.460	0.975	0.672	5.196	5.416	1.197

La balance s'établit comme il suit :

	A L'ÉTAT NORMAL	MATIÈRE SÈCHE	PROTÉINE BRUTE	MATIÈRES SOLUBLES DANS L'ÉTHER	EXTRACTIFS NON AZOTÉS	CELLULOSE BRUTE	CENDRES
	Kos	Kos	Kos	Kos	Kos	Kos	Kos
Aliments ingérés......	48.558	40.878	5.476	1.804	25.429	12.863	3.972
Déjections expulsées..	56.730	13.460	0.975	0.672	5.196	5.416	1.197
Digéré...............		27.418	4 501	1.132	20.233	7.447	2.775
Coefficients digestifs...		0,67	0,82	0.62	0.79	0,57	0,69

3. *Expérience sur le cheval.* — Elle a commencé le 12 mars 1888. Comme le mulet, le cheval a reçu chaque jour sa ration ordinaire, composée de foin et d'avoine. De même, l'avoine a été mangée intégralement, mais non le foin. Celui-ci a été analysé de nouveau. Il avait à ce moment la composition suivante :

Humidité.	16,77 0/0	ou matière sèche, 83,23 0/0
Protéine brute.	8,31	»
Matières solubles dans l'éther.	4,10	»
Extractifs non azotés. . .	35,23	»
Cellulose brute	44,66	»
Cendres	7,70	

a. *Tableau des aliments entrés.*

DATES	ALIMENTS	QUANTITÉS A L'ÉTAT NORMAL	MATIÈRE SÈCHE	PROTÉINE BRUTE	MATIÈRES SOLUBLES DANS L'ÉTHER	EXTRACTIFS NON AZOTÉS	CELLULOSE BRUTE	CENDRES
		Kos	Kos	Kos	Kos	Kos	Kos	Kos
12 mars 1888.	Foin.	4.550	3.786	0.378	0.186	1.602	2.032	0.350
	Avoine.	4.000	3.400	0.540	0.176	2.700	0.422	0.160
13 id.	Foin.	4.555	3.791	0.378	0.186	1.602	2.032	0.350
	Avoine.	4.000	3.400	0.540	0.176	2 700	0.422	0.160
14 id.	Foin.	5.000	4.162	0.415	0.205	1.761	2.333	0.385
	Avoine.	4.000	3.400	0.540	0.176	2.700	0.422	0.160
15 id.	Foin.	4.440	3.595	0.368	0.182	1.564	1.982	0.341
	Avoine.	4.000	3.400	0.540	0 176	2.700	0.422	0.160
16 id.	Foin.	4.510	3.753	0.374	0.184	1.588	2.014	0.347
	Avoine.	4.000	3.400	0.540	0.176	2.700	0.422	0.160
17 id.	Foin.	4.710	3.919	0.391	0.193	1.659	2.103	0.362
	Avoine.	4.000	3 400	0.540	0.176	2.700	0.422	0.160
	Totaux	51.765	43.406	5.544	2.192	25.976	15.028	3.095

Pour 100 de matière sèche, les déjections contenaient en moyenne :

Protéine brute	7,81
Matières solubles dans l'éther	5,10
Extractifs non azotés	43,94
Cellulose brute	32,60
Cendres	10,45

b. *Tableau des déjections expulsées.*

DATES	CROTTINS HUMIDES Kos	MATIÈRE SÈCHE Kos	PROTÉINE BRUTE Kos	MATIÈRES SOLUBLES DANS L'ÉTHER Kos	EXTRACTIFS NON AZOTÉS Kos	CELLULOSE BRUTE Kos	CENDRES Kos
13 mars 1888	8.235	2.251	0.175	0.114	0.989	0.733	0.236
14 id.	10.530	2.843	0.222	0.144	1.249	0.925	0.299
15 id.	12.655	3.320	0.273	0.169	1.458	1.082	0.350
16 id.	8.295	2.288	0.178	0.116	1.005	0.745	0.241
17 id.	11.402	3.101	0.242	0.158	1.362	1.010	0.327
18 id.	10.730	3.100	0.242	0.158	1.362	1.010	0.327
Totaux	61.847	16.903	1.332	0.859	7.425	5.505	1.780

Balance :

	A L'ÉTAT NORMAL Kos	MATIÈRE SÈCHE Kos	PROTÉINE BRUTE Kos	MATIÈRES SOLUBLES DANS L'ÉTHER Kos	EXTRACTIFS NON AZOTÉS Kos	CELLULOSE BRUTE Kos	CENDRES Kos
Aliments ingérés	51.765	43.406	5.544	2.192	25.976	15.028	3.095
Déjections expulsées	61.847	16.903	1.332	0.859	7.425	5.505	1.780
Digéré	»	26.503	4.212	1.333	18.551	9.523	1.315
Coefficients digestifs	»	0.61	0.76	0.60	0.71	0.63	0.42

III. — Discussion des résultats.

Pour discuter les résultats de nos expériences, il convient d'abord de les rapprocher ici, afin d'en rendre la comparaison plus facile. Il faut toutefois remarquer que deux de ces expériences seulement, sur les trois, sont immédiatement comparables, pour cause d'égale digestibilité de la ration alimentaire. Celle de l'âne, formée uniquement de foin, ne pouvait point, par cela seul et indépendamment de la puissance digestive même de l'animal, comme nous le montrerons tout à l'heure, être digérée en proportions aussi élevées que celles du mulet et du cheval. On sait que la digestibilité des aliments est à la fois absolue et relative. Absolue en raison de leur constitution physique, de la facilité plus ou moins grande avec

laquelle leurs principes immédiats nutritifs deviennent diffusibles sous l'attaque des sucs digestifs. Les jeunes pousses des végétaux et leurs semences sont, par exemple, absolument plus digestibles que leur tige arrivée à maturité. Les herbes de pâturage ont un coefficient de digestibilité plus fort que celui du foin qui en provient. La digestibilité relative dépend, elle, de ce que nous nommons la relation nutritive et qui est le rapport existant entre la teneur de l'aliment en protéine brute et sa teneur en matières solubles dans l'éther et en extractifs non azotés. La somme de ces deux groupes de principes immédiats représente le second terme de la relation, tandis que la protéine représente le premier. Moins le rapport entre ces deux termes est écarté, plus la digestibilité relative est élevée. Dans les cas que nous avons à considérer, la relation nutritive du foin consommé était, pour l'âne, 1 : 5,4; pour le mulet, 1 : 4; pour le cheval, 1 : 4,7; celle de l'avoine, qui a fait partie de la ration des deux derniers seulement, était 1 : 5,3. En rapprochant les deux composants des rations du mulet et du cheval on a, d'après leurs proportions, pour la première, une relation de 1 : 4,9, pour la seconde, une de 1 : 5, ou sensiblement égale, et pour les deux, de 0,5 moins écartée que celle de l'âne.

Mais pour un si faible écart ce n'est pas ici la digestibilité relative qui a le plus d'importance. Dans des rations composées de foin et d'avoine et de relation nutritive égale, par conséquent de digestibilité relative égale aussi, les digestibilités absolues des deux composants sont loin de l'être de même. En consultant à ce sujet les tables données par les auteurs, d'après un très grand nombre de résultats d'expérience, notamment celles de Wolff, on voit que le coefficient de digestibilité de l'avoine est en moyenne de 0,77 pour la protéine, tandis que pour le foin il n'est que de 0,58. Si pour les rations dont il s'agit on prend la moyenne entre ces deux coefficients, on a 0,675, coefficient bien éloigné, comme on voit, de 0,58 qui est celui du foin seul. Pour la substance sèche totale, le coefficient est, dans le cas de l'avoine, de 0.58.

C'est évidemment sous la réserve de ces faits que nos résultats doivent être comparés et discutés. Commençons par mettre en regard les coefficients digestifs constatés chez le mulet et chez le cheval.

	MATIÈRE SÈCHE	PROTÉINE BRUTE	MATIÈRES SOLUBLES DANS L'ÉTHER	EXTRACTIFS NON AZOTÉS	CELLULOSE BRUTE	CENDRES
Coefficients du mulet..........	0.67	0.82[1]	0.62	0.79	0.57	0.69
id. du cheval..........	0.61	0.76[2]	0.60	0.71	0.63	0.42
Différences en faveur du mulet.	+ 0.06	+ 0.06	+ 0.02	+ 0.08	— 0.06	+ 0.27

On voit que la puissance digestive du mulet s'est montrée très nettement supérieure à l'égard de tous les éléments nutritifs, sauf pour la cellulose brute, que le cheval a au contraire digérée en proportion plus forte. Sous ce rapport, l'expérience a renversé les prévisions qui semblaient permises, d'après la simple observation. Il est clair que la supériorité de puissance digestive du mulet porte surtout sur la protéine et sur les hydrates de carbone qui, par leurs quantités prépondérantes dans l'alimentation, peuvent être considérées comme les sources principales de l'énergie potentielle manifestée en travail mécanique.

Mais cette supériorité du mulet est en réalité bien plus grande encore qu'elle ne paraît, d'après les résultats que nous venons de comparer. En effet, toutes nos connaissances antérieures autorisent à considérer comme tout à fait exceptionnellement élevée la puissance digestive du cheval sur lequel nous avons expérimenté. Dans les nombreuses recherches exécutées à Hohenheim par E. Wolff durant une dizaine d'années, sur trois chevaux différents, et dont les résultats ont été résumés dans l'ouvrage cité en commençant, avec la ration composée de foin et d'avoine, comme celle de notre propre cheval, les coefficients n'ont pas dépassé 70,84 p. 100 pour la protéine et 69,61 pour les extractifs non azotés. Du reste, le mieux sera de mettre sous les yeux du lecteur la traduction complète du passage de l'ouvrage de Wolff qui donne les résultats dont il s'agit. On y lit à la page 17 :

« Un cheval d'expérience du poids vif de 530 kilogr. a mangé

1. Dans les communications sommaires faites à la Société de biologie et à la Société centrale de médecine vétérinaire des principaux résultats de nos expériences, ce coefficient avait été porté à 78,8 p. 100 seulement. La différence entre les deux nombres est due à des erreurs de calcul qui ont dû être rectifiées.

2. On avait d'abord donné 71,7 p. 100, également par erreur de calcul, non pas pour ce nombre, mais pour ceux de la protéine ingérée. On voit d'ailleurs que les rectifications n'affectent pas sensiblement le résultat final.

comme ration journalière 6 kilogr. d'avoine, 5 kilogr. de foin et 1 kilogr. de paille hachée, et en outre, comme d'ordinaire pour les autres sortes de ration, 12 gr. de sel de cuisine. En 5 périodes différentes, d'une durée de quatorze jours chacune, la ration est restée constamment la même, le travail journalier étant seulement très inégal. Il a été de 300, de 600 et de 900 tours au manège dynamométrique avec un tirage de 60 kilogr., ce qui correspond à des travaux d'environ 670,000 kilogrammètres, 1,340,000 kilogrammètres et 2,010,000 kilogramètres [1]. Comme coefficients digestifs pour l'ensemble de la ration, on a constaté [2] :

	SUBSTANCE SÈCHE	SUBSTANCE ORGANIQUE	PROTÉINE BRUTE	GRAISSE BRUTE	CELLULOSE BRUTE	EXTRACTIFS NON AZOTÉS
a. Travail simple	56.53	58.73	70 84	52.05	31.24	68.27
b. id. doublé	56.46	58.62	67.63	52.55	29.03	69.61
c. id. triplé	56.28	58.66	69.95	45.90	32 33	68.27
d. id. doublé	54.02	56.41	66.62	48.73	25.82	67.65
e. id. simple	52.55	54.82	68.21	45.99	26.95	64 41

« On voit que la digestion d'une seule et même ration dans les trois premières périodes de l'expérience, par conséquent avec le travail simple, le travail doublé et le travail triplé, a été presque absolument égale; dans les deux dernières périodes, la digestibilité de la ration s'est évidemment un peu amoindrie, mais cela n'a visiblement rien à faire avec la sorte et la quantité du travail journalier. Cela a vraisemblablement été déterminé par un changement dans la qualité des aliments grossiers, comme il s'en présente à la suite de leur conservation prolongée, surtout en petite quantité, et qui se font remarquer par un amoindrissement de leur digestibilité. »

Dans une autre recherche du même expérimentateur, où il s'agissait de comparer la puissance digestive de deux de ses chevaux d'expérience (p. 21), il a trouvé les coefficients suivants :

1. L'auteur a démontré, dans le cours de ses recherches, que les variations du travail n'influent en rien sur la digestion.

2. V. Landw. Jahrbücher, Bd VIII, supplément, p. 77, 1879.

	SUBSTANCE SÈCHE	SUBSTANCE ORGANIQUE	PROTÉINE BRUTE	GRAISSE BRUTE	CELLULOSE BRUTE	EXTRACTIFS NON AZOTÉS
Cheval 1	59.29	60.93	61.44	32.64	41.80	70.07
id. 2	56.54	58.21	58.69	29.43	37.85	68.84

Si donc, au lieu de comparer les coefficients digestifs de notre mulet avec ceux du cheval sur lequel nous avons expérimenté, nous les mettions en regard de ceux des chevaux de Hohenheim, il est clair que la différence en faveur du mulet serait considérablement plus grande. Elle aurait une valeur au moins double de celle que nous avons trouvée pour la protéine, par exemple. Ce ne serait plus seulement, en effet, des différences de + 0,06 et + 0,08 que nous aurions à constater dans la digestion de la protéine brute et des hydrates de carbone, mais bien des différences de + 0,111 et de + 107, en prenant le cas le plus favorable au cheval. Avec ceux dont on vient de voir les coefficients en dernier lieu, ce serait, pour l'un, + 0,205 et pour l'autre + 0,234, à l'égard de la protéine. Quant aux hydrates de carbone, les écarts seraient de + 0,09 et de + 0,10. En prenant pour point de comparaison la moyenne de tous les résultats de Wolff et des nôtres, laquelle donne des coefficients de 0,67 et 0,68, les différences en faveur de la puissance digestive de notre mulet deviennent ainsi de + 0,15 et + 0,11. En tout cas elles sont considérables.

On pourrait objecter, il est vrai, que le mulet sur lequel nous avons expérimenté était peut-être, lui aussi, doué d'une puissance digestive exceptionnelle, et qu'il conviendrait d'attendre, avant de conclure, que d'autres résultats vinssent en décider. L'objection ne serait évidemment pas sans portée. Toutefois je ne pense pas qu'il y ait lieu de s'y arrêter, le résultat constaté n'étant en vérité guère inattendu. Il n'est sans doute pas impossible que nous soyons tombé, pour le mulet comme pour le cheval, sur un sujet d'expérience doué d'une puissance digestive exceptionnelle. La sobriété proverbiale des mulets rend cela cependant bien peu probable. Mais admettons-le quand même, et supposons que sous ce rapport notre mulet se soit autant écarté de la moyenne que notre cheval. Nous venons de voir que pour la digestion de la protéine cette moyenne est, d'après les expériences antérieures, de 0,67; c'est

donc un écart de + 0,09 en faveur du cheval. En retranchant cette valeur du coefficient du mulet, qui s'est montré, comme on sait, de 0,82, il restera encore pour lui un coefficient de 0,73, supérieur de 0,06 au coefficient moyen du cheval. Il ne peut donc paraître à aucun degré douteux que la capacité mécanique des mulets, unanimement reconnue supérieure, à nourriture égale, à celle des chevaux, s'explique par une puissance digestive plus grande, notamment à l'égard de la protéine. Et j'y vois, pour ma part, un bon argument de plus à l'appui de l'opinion qui consiste à considérer cette protéine non point comme l'unique source du travail mécanique, mais comme sa source principale.

Il reste à faire voir maintenant que la supériorité digestive constatée chez le mulet lui vient, par hérédité, de l'âne son père, en discutant particulièrement les résultats de notre expérience sur cet animal. Nous avons fait remarquer déjà qu'ils ne sont directement comparables ni à ceux du cheval ni à ceux du mulet, que nous venons de discuter, pour cause de composition différente de l'alimentation. On ne peut, pour en avoir la signification véritable, les rapprocher que des résultats constatés avec des chevaux nourris, eux aussi, exclusivement de foin. Les recherches de Wolff nous fourniront ces résultats. Seize sortes de foin ont été ainsi expérimentées à Hohenheim sur des chevaux [1].

Nous allons mettre les coefficients moyens obtenus en regard de ceux qui ont été précédemment exposés pour notre âne.

	MATIÈRE SÈCHE	PROTÉINE BRUTE	MATIÈRES SOLUBLES DANS L'ÉTHER	EXTRACTIFS NON AZOTÉS	CELLULOSE BRUTE	CENDRES
Ane de Grignon	0.556	0.698	0.542	0.665	0.444	0.490
Chevaux de Hohenheim	0.491	0.591	0.197	0.567	0.413	»
Différences en faveur de l'âne.	+ 0.065	+ 0.107	+ 0.345	+ 0.098	+ 0.031	»

On voit clairement que pour tous les éléments nutritifs la puissance digestive de l'âne s'est montrée considérablement plus élevée que celle des chevaux, en particulier pour la protéine et les hydrates de carbone, sur lesquels nous nous sommes surtout arrêté.

1. E. Wolff, *op. cit.*, p. 30.

On voit aussi que la supériorité de l'âne se manifeste avec une forte accentuation dans la digestion de la cellulose brute.

Si, au lieu de prendre les coefficients moyens des chevaux, nous prenons les plus élevés qui aient été observés dans les seize expériences de Wolff, nous constatons qu'ils ont atteint 0,688 pour la protéine et 0,657 pour les hydrates de carbone et que par conséquent ils sont restés encore en dessous de ceux de notre âne. Mais nous constatons en outre qu'ils se rapportent à une sorte de foin dont la richesse en protéine était elle-même exceptionnellement élevée jusqu'à 17,65 p. 100 de la matière sèche et auquel la relation nutritive très étroite (1 : 2,49) donnait une digestibilité aussi forte que possible. Dans le cas de notre âne, le foin expérimenté ne contenait, avec son humidité normale, que 10,06 de protéine et sa relation nutritive était 1 : 5. Les chevaux qui ont été nourris avec du foin de composition sensiblement égale n'ont donné que des coefficients digestifs de 0,55, de 0,56 et de 0,62 pour la protéine et de 0,52, de 0,58 et de 0,61 pour les hydrates de carbone.

Il est donc bien évident que la puissance digestive de l'âne surpasse, encore plus que celle du mulet, la puissance digestive du cheval et que, conséquemment, c'est de l'âne que le mulet tient, sous ce rapport, la supériorité constatée. Tous ceux qui ont observé de près les mulets savent, du reste, que leur tempérament se rapproche beaucoup plus de celui de leur père que de celui de leur mère. Cela se manifeste clairement surtout dans leur pathologie.

De cette supériorité de puissance digestive, particulièrement notable pour la protéine, il paraît y avoir des raisons anatomiques, ce qui sans doute ne surprendra personne. Dans une remarquable thèse du Dr J. Gardel [1] on lit les passages suivants : « Les glandes stomacales de l'homme sont donc loin d'être compliquées à un si haut degré que celles des solipèdes en général, et de l'âne en particulier (p. 73)... » « Chez l'âne les calottes de Granuzzi sont constituées par d'énormes cellules granuleuses (cellules à pepsine) distinctes les unes des autres et disposées d'une façon identique aux cellules granuleuses qui occupent le fond d'une glande gastrique de la salamandre terrestre (p. 83). » Cela n'établit point nettement que les glandes stomacales de l'âne soient plus compliquées, plus

1. *Recherches sur l'anatomie générale comparée et la signification morphologique des glandes de la muqueuse intestinale et gastrique des animaux vertébrés*, par le Dr J. Gardel. Paris, Ve Adrien Delahaye et Cie, 1879.

nombreuses et plus riches en cellules à pepsine que celles du cheval. Il serait intéressant de pousser plus loin l'étude comparative en ce sens qui, on le comprend sans peine, ne pouvait guère attirer l'attention de l'auteur. Mais il est clair que la grande puissance de digestion gastrique constatée expérimentalement chez l'âne et chez le mulet, son dérivé, s'explique par là de la façon la plus satisfaisante. Ils digèrent l'un et l'autre puissamment la protéine parce que leur estomac est très riche en glandes à pepsine.

IV. — Conclusions.

La discussion qui précède autorise, croyons-nous, à tirer sans hésitation des résultats de nos recherches les conclusions suivantes :

1. Les mulets ont une puissance digestive notablement plus élevée que celle des chevaux. Ils digèrent une plus forte proportion de leur matière sèche alimentaire, et surtout de la protéine brute qu'elle contient.

2. Cette puissance digestive plus élevée des mulets leur est héréditairement transmise par leur père, l'âne, qui la possède lui-même à un degré encore plus haut. Ses propres coefficients digestifs s'écartent en effet davantage de ceux des chevaux. D'où il suit que la puissance des mulets se montre intermédiaire entre celle de ces derniers et celle des ânes.

3. La supériorité digestive des mulets, par rapport aux chevaux en général, explique scientifiquement leur incontestable supériorité d'aptitude mécanique. Ils rendent, à alimentation égale, plus de travail, parce qu'ils dégagent de leurs aliments plus d'énergie.

4. Il suit nécessairement de là que l'équivalent mécanique des aliments, tel que nous l'avons calculé d'après l'observation des chevaux moteurs, doit, en ce qui concerne les mulets, être rectifié. Cet équivalent, admis en nombre rond comme étant de 1,600,000 kilogrammètres pour 1 kilogramme de protéine alimentaire (1 kil. protéine brute + n kil. des composants du second terme de la relation nutritive), dépend évidemment du coefficient digestif. En prenant pour base l'écart moyen qui résulte de nos expériences, il serait trop faible d'environ 6 p. 100. Mais on a vu que cet écart doit en réalité être au moins doublé. Conséquemment, c'est de 12 p. 100 ou de 200,000 kilogrammètres environ que l'équivalent serait augmenté.

5. Il est donc pratiquement économique de substituer, partout où cela se peut, l'emploi des mulets à celui des chevaux, comme moteurs animés.

MONSTRES CYCLOPES

Par le Dr C. PHISALIX,

Aide-naturaliste au Muséum.

(Planches III et IV.)

C'est en étudiant avec soin les monstres dans leur période embryonnaire que l'on pourra arriver plus sûrement à la connaissance exacte des véritables causes de leur production. Plus tard, ces causes sont souvent masquées par des phénomènes secondaires, ou ne laissent persister que les effets sans laisser trace de la lésion primitive. Cependant une même cause étant nécessairement liée à des effets identiques, il devient très important de rechercher jusque dans leurs moindres détails les modifications anatomiques existant dans un même genre de monstruosité. En réunissant un certain nombre de faits, en les comparant, il sera souvent possible, maintenant surtout que les différentes phases de l'embryologie sont mieux connues, de dégager les phénomènes secondaires, et de remonter, par la méthode inductive, aux lésions initiales dont les résultats sont toujours les mêmes. C'est cette méthode que j'ai employée dans l'étude de la cyclopie et de la cébocéphalie chez les mammifères.

Les différents cas de ces monstruosités que j'ai eu à examiner appartiennent à l'homme, au chien, au mouton. Ils ont des caractères très dissemblables. Un seul de ces monstres est un cyclope à peu près typique : c'est le monstre humain et encore présente-t-il au-dessus du globe de l'œil un vestige de trompe.

Les autres sont en même temps ethmocéphales ou otocéphales.

Le degré de la cyclopie est aussi variable, suivant que le globe oculaire renferme deux ou un seul cristallin. Dans le 1er cas (homme, chien) il y a deux pupilles, et les paupières de chaque côté sont encore distinctes; le globe oculaire quoique unique se présente avec l'indication de deux lobes.

Dans le 2e cas (mouton), les paupières sont simples, la pupille est unique : la cyclopie est *totale*, tandis que dans le 1er cas elle n'est que *partielle*. Il existe dans la disposition de l'encéphale des modifications corrélatives; mais il ne faut pas prendre comme telles les changements dus à des influences secondaires. Tandis que, chez le cyclope humain et le cyclope mouton, une hydropisie précoce a masqué les lésions primitives, chez le chien, au contraire, tous les troubles anatomiques semblent dépendre d'une seule et même cause.

C'est pourquoi je commencerai la description par celle du cyclope chien, auquel je comparerai les autres types.

Enfin je terminerai par un examen rapide du mouton cébocéphale.

I. — Chien.

Le cas que je vais examiner n'est pas une cyclopie type, puisqu'il y a une trompe au-dessus des yeux, monstruosité qui rentre dans la catégorie des monstres ethmocéphales de G. Saint-Hilaire. Ce chien est né d'une braque croisée, âgée de cinq ou six ans, et d'un braque marron âgé de huit ans. La portée se composait de 8 petits, 5 mâles et 3 femelles, dont un mâle (celui qui nous occupe) était seul monstrueux. Il est à peu près certain qu'il n'a pas teté. Depuis, cette chienne a eu une nouvelle et dernière portée sans accident. Elle est actuellement atteinte d'une tumeur de la mamelle, dure et insensible à la pression. Ces renseignements m'ont été fournis par M. le docteur Picard, de Selles-sur-Cher, à l'obligeance duquel je dois d'avoir pu ajouter un nouveau cas de cyclopie à ceux que je possédais déjà. Qu'il veuille bien agréer mes sincères remerciements.

Aspect extérieur. — Les deux globes oculaires fusionnés montrent cependant deux pupilles séparées par un intervalle de 6 millimètres. Les cristallins durcis par l'alcool apparaissent blanchâtres avec leur étoile à 3 branches, dont une verticale supérieure. Le cristallin droit est un peu plus petit que le gauche.

Les paupières supérieures en se soudant sur la ligne médiane forment une pointe qui s'avance un peu sur le globe. Les paupières inférieures au contraire forment un angle à sommet dirigé en bas et dont la base est occupée par un repli membraneux. Les commis-

sures externes sont bien marquées. Au-dessous des paupières, le cul-de-sac conjonctival a une profondeur de 3 millimètres environ. Ce globe oculaire unique est situé dans une dépression qui est surmontée, en haut, d'un appendice en forme de trompe relevée et appliquée sur le front. Sa pointe seule est libre. Elle est percée de 2 petits orifices séparés par une mince cloison. Sa base est largement fixée et proémine au-dessus de l'œil. L'oreille externe est bien développée, mais le conduit auditif est très étroit. En bas le maxillaire supérieur fait une forte saillie.

La bouche est largement fendue et laisse voir entre les lèvres le bord mince et tranchant d'une langue aplatie qui occupe toute la largeur de l'orifice. En abaissant la lèvre inférieure, on voit 8 germes dentaires distincts. En haut, sur la ligne médiane, il existe entre les germes dentaires un intervalle où passe un frein muqueux qui va de la lèvre au palais.

Le crâne est très nettement asymétrique. La ligne interpariétale est rejetée légèrement à gauche, tandis que l'appendice nasal est au contraire incliné vers la droite. L'encéphale remplit complètement la boîte cranienne et présente la même asymétrie d'où résulte un développement un peu plus considérable du côté droit. Toutes les parties y sont représentées avec quelques modifications que nous allons passer en revue.

Face supérieure. — Les hémisphères (*Hm*, fig. 2) sont constitués par un lobe unique et médian, qui, en arrière, ne s'étend pas au delà du 3ᵉ ventricule et laisse à découvert les tubercules quadrijumeaux et le cervelet. La glande pinéale (pl. I, fig. 2, *pin*), sous forme d'une petite masse conique enveloppée par la pie-mère, se trouve à sa place habituelle et repose par sa pointe dans une échancrure médiane des hémisphères. Cette échancure est le seul indice de la scissure inter-hémisphérique. La surface est à peu près lisse, on y trouve à peine de légères dépressions avec des lobes peu marqués.

De grosses veines situées dans l'épaisseur de la pie-mère convergent en arrière où elles se jettent dans un sinus de la dure-mère. Les tubercules quadrijumeaux et le cervelet semblent former un seul tout sans limites précises. Une fois la pie-mère enlevée, on reconnaît les deux parties. Les tubercules antérieurs ont un bord convexe en avant et sont séparés par une dépression médiane dans laquelle s'adapte la glande pinéale. En arrière d'eux, on voit une dépression transversale linéaire, qui est l'empreinte d'une crête de

l'occipital à laquelle adhère le sinus de la dure-mère. Les tubercules postérieurs proéminent en arrière comme une saillie arrondie et entre eux dans une large échancrure s'adapte le cervelet verticalement placé au-dessus du 4e ventricule (pl. I, fig. 2, *tq*, et fig. A).

La surface externe du cervelet est marquée par de légers sillons transversaux : sur la ligne médiane, elle se soulève en un petit lobe arrondi et au-dessous dans une gouttière verticale assez profonde pénètre (*f*, fig. 2) une apophyse de l'occipital.

Face inférieure. — Les lobes des hémisphères sont beaucoup plus accentués que sur la face supérieure. La forme générale est celle d'un rein dont le hile serait tourné en arrière. Le bulbe rachidien est symétrique et les nerfs sont assez régulièrement disposés. Quant aux artères, une légère anomalie consiste dans la présence d'une seule cérébrale antérieure fournie par la carotide droite (pl. I, fig. 3, *ce*). En arrière du nerf optique, on voit l'infundibulum avec son orifice (*inf*, fig. 3). Le nerf optique unique se bifurque au niveau de l'infundibulum en deux bandelettes optiques qui vont aboutir sur les faces latérales des couches optiques à des éminences peu accentuées, mais cependant visibles. L'inspection de la figure 3 et de la figure 16 suffit à donner une idée des autres nerfs craniens sans que nous insistions sur leur description.

Toutefois le pathétique donne près de son origine un filet ténu qui va se distribuer dans la pie-mère qui recouvre le cervelet (fig. 16, IV). Dans la fosse sphénoïdale, il envoie également une branche à la dure-mère. Ces deux rameaux nerveux, par leurs connexions, sont évidemment de nature sensible, ce qui corrobore l'opinion que j'ai émise sur la nature mixte de la 4e paire d'après la disposition de ses racines chez l'embryon humain de la 5e semaine [1].

La racine motrice du trijumeau est aussi bien développée, tandis qu'elle est presque atrophiée dans les deux moutons que j'examinerai plus bas.

Les modifications de l'encéphale de ce chien cyclope ont porté uniquement sur le prosencéphale. On appréciera mieux leur nature et leur étendue sur une coupe antéro-postérieure et médiane (fig. A). Le 3e ventricule est réduit à une fente dans laquelle on reconnaît aisément les parties fondamentales; la commissure blanche postérieure, *com p*, la commissure grise moyenne, *com m*, l'in-

1. *Arch. de zool. expérimentale,* 2e série, t. VI, 1888.

fundibulum, *inf*, et en avant le nerf optique II avec la bandelette optique. En avant il communique par une fente transversale médiane M (fig. A) avec une vésicule impaire à parois épaisses qui est le rudiment des hémisphères cérébraux. Par cette fente qui représente le trou de Monro embryonnaire, pénètre le plexus choroïdien du 3e ventricule qui forme dans la vésicule hémisphérique une masse vasculaire, impaire et multilobée (pl. II, fig. 17, et fig. A, *plex ch*).

Si nous comparons la disposition que nous avons sous les yeux

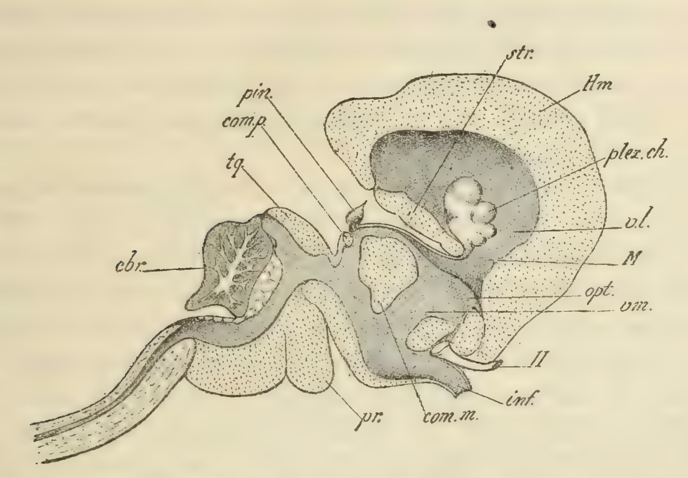


Fig. A. — Chien cyclope. Coupe antéro-postérieure médiane de l'encéphale. Grossi deux fois.

à celle qui devrait exister, nous trouverons facilement, en nous appuyant sur les données de l'embryologie normale, la manière dont s'est produite la monstruosité. Comme on le voit, il n'existe ni corps calleux, ni voûte à trois piliers.

La voûte du 3e ventricule est formée par une mince membrane, la toile choroïdienne, puis par une paroi nerveuse assez épaisse qui se continue sur les côtés avec les corps striés (*c str*, fig. 17). Ceux-ci n'ont pas encore contracté avec les couches optiques l'adhérence intime existant normalement ; ils peuvent être soulevés, et si, après avoir enlevé la calotte de l'hémisphère, on les renverse en avant, on voit sur la face profonde l'artère opto-striée dont les rameaux ténus pénètrent directement sans se bifurquer dans la substance nerveuse (pl. II, fig. 16, *opt st*). Les ventricules latéraux (*vl*, fig. A et 17) communiquent largement entre eux et n'offrent aucun indice de séparation. Cette disposition indique une persistance d'un état

embryonnaire très précoce, dans lequel les hémisphères cérébraux naissent d'un rudiment cérébral impair. La constriction médiane d'où résulte la formation de deux lobes latéraux ne s'est pas effectuée. Le corps calleux, la commissure antérieure et la voûte à trois piliers dont la présence est liée à l'existence de ce repli médian font donc naturellement défaut. Les plexus choroïdiens des ventricules latéraux manquent nécessairement ainsi que la corne d'Ammon. Le plexus vasculaire qui pénètre par le trou de Monro et forme une éminence mamelonnée dans les ventricules latéraux est une dépendance du plexus choroïdien du 3ᵉ ventricule. Ce fait tératologique est une preuve indirecte de l'indépendance primitive des deux plexus qui, à l'état normal, sont en continuité par leurs éléments vasculaires (*plex ch*, fig. A et fig. 17).

La cause de cette perturbation dans le développement des hémisphères est la même que celle qui a déterminé la cyclopie. Elle a atteint la vésicule cérébrale antérieure à une époque très précoce du développement. Peut-on considérer cette monstruosité comme la persistance d'un état embryonnaire qui se rencontre à l'état adulte dans certaines formes d'Elasmobranches, en un mot comme un retour à un état ancestral? Cette conclusion ne serait légitime que si on avait éliminé toutes les causes pathologiques qui ont pu agir sur l'embryon à une période précoce du développement. D'autre part, les déviations qui viennent d'être énumérées sont trop étendues pour qu'elles puissent être considérées comme de simples variations individuelles.

Avec MM. Fol et Warynski je me rallie à la théorie de l'origine pathologique à laquelle ces savants ont apporté l'appui de leurs expériences [1].

Les nerfs craniens, en particulier ceux qui ont des rapports avec l'appareil oculaire et olfactif, ont subi l'influence des modifications du prosencéphale. Les nerfs olfactifs n'ont pas laissé trace de leur existence à la face inférieure de l'encéphale. Cependant, à la face interne du frontal, on trouve un orifice médian qui conduit dans la cavité nasale et dans lequel pénètre un petit faisceau de fibrilles très délicates qui renferme peut-être des tubes nerveux, mais je n'ai pas pu m'en assurer histologiquement.

Le moteur oculaire commun (III, fig. 15) est le plus interne des

1. *Recueil zool.*, Suisse, t. I.

nerfs situés dans le sinus caverneux. Il contourne en avant le corps du sphénoïde, et s'engage au-dessous du globe oculaire. Il est très rapproché à ce niveau de son congénère du côté opposé, auquel il est réuni par une anastomose transversale qui embrasse le corps du sphénoïde. C'est à ce niveau qu'on trouve deux petits ganglions accolés à la 3e paire. Ce sont les ganglions ophtalmiques qui reçoivent une racine venant de la branche ophtalmique et qui envoie des rameaux ciliaires pénétrant autour du nerf optique. Au niveau de son coude, le moteur oculaire donne une branche volumineuse pour le muscle droit supérieur et le releveur de la paupière (pl. II, fig. 15, III et *go*).

Au niveau du ganglion ophtalmique, la 3e paire donne deux rameaux inférieurs. Le plus interne, le plus gros est aussi le plus long; il s'accole à la face externe du muscle droit inférieur et va bientôt s'unir sur la ligne médiane au rameau de l'autre côté. Le tronc commun qui en résulte (3, fig. 18) se jette dans un muscle unique transversalement situé à la partie antérieure du globe et qui s'étend comme une sangle d'un côté à l'autre du globe. — Quelques faisceaux musculaires s'en détachent pour aller s'insérer à la paroi inférieure de l'orbite. Ce muscle représente les petits obliques fusionnés. L'autre rameau inférieur du moteur oculaire se distribue au muscle choanoïde ou rétracteur du globe et à un muscle situé entre le droit inférieur et le droit externe dont la disposition est singulière. Les deux extrémités s'insèrent au globe, et son corps charnu décrit une courbe à convexité postérieure. Le tendon externe s'accole à celui du muscle droit externe et le tendon interne à celui du muscle droit inférieur (pl. II, fig. 18, x). Peut-être est-ce une portion du muscle petit oblique.

Dans le sinus caverneux on trouve en dehors de la 3e paire deux autres nerfs, le moteur oculaire externe et la branche ophtalmique du trijumeau. Le moteur oculaire externe situé au milieu va se jeter dans le muscle droit externe tout près de son insertion (pl. II, fig. 15, et fig. 18, VI).

La branche ophtalmique sort du crâne avec les nerfs précédents par la fente sphénoïdale, et se divise en 3 branches principales qui vont se distribuer à la peau de la région temporo-frontale et nasale. La branche interne donne deux rameaux internes dont l'un antérieur traverse le frontal pour se distribuer dans la cavité nasale, c'est le rameau nasal de la branche ophtalmique (*na*, fig. 15);

l'autre plus grêle pénètre dans la sclérotique et se dirige vers la pupille, c'est un nerf ciliaire long (*cil*, fig. 15).

Tous les muscles de l'œil s'attachent au pourtour de la fente sphénoïdale, au corps et à la grande aile du sphénoïde. Toutefois le muscle grand oblique s'insère à la lèvre supérieure du trou optique sur la petite aile (*ob*, fig. 15). Le globe oculaire est légèrement aplati de haut en bas; une légère dépression médiane le sépare en deux moitiés droite et gauche.

Le diamètre transversal est de..................	15 millimètres.
Le diamètre vertical est de......................	6 —
Le diamètre antéro-postérieur est de............	10 à 11 millimètres.

Le nerf optique s'insère sur la face supérieure, tandis que les cristallins sont rejetés vers la face inférieure.

Après qu'on a ouvert le globe de l'œil, suivant un méridien horizontal, et enlevé la calotte supérieure, la rétine détachée de la choroïde reste complètement isolée dans la cavité oculaire. Au lieu d'une rétine unique et continue, on trouve deux cornets dont les sommets s'insèrent en arrière de chaque côté de la cupule optique et qui divergent en avant à angle aigu. Ces cônes rétiniens sont très adhérents par leur base aux cristallins; ils sont plissés longitudinalement et ne contiennent à leur intérieur en arrière du cristallin aucun vestige de corps vitré. La choroïde est à peine indiquée par une mince couche pigmentaire appliquée sur la sclérotique. Les procès ciliaires sont bien développés et entourent un cristallin sphérique encore adhérent à la cornée.

Entre la choroïde et la rétine, surtout à gauche, l'espace libre est occupé par une matière brunâtre, semblable à un coagulum et en elle montre au microscope de nombreux globules sanguins emprisonnés dans une gangue fibrineuse. C'est un vaste sinus sanguin dont la présence n'est pas étrangère aux modifications décrites ci-dessus. C'est sans doute aussi à cette cause qu'il faut rapporter l'arrêt de développement de la rétine. Cette membrane a conservé, en effet, une structure embryonnaire et, au lieu des nombreuses couches différenciées de l'adulte, elle est presque encore entièrement formée de cellules embryonnaires à noyau allongé dont les prolongements protoplasmiques s'insèrent en dehors à une membrane continue, la limitante externe (fig. 19, *lim e*). Il n'y a ni cônes ni bâtonnets. On sait du reste que ceux-ci ne se développent qu'à une

période assez tardive et après la naissance (pl. II, fig. 19). La couche des fibres nerveuses avec une rangée de cellules à noyau arrondi limite en dedans cette zone épaisse de cellules fusiformes (*fn*, fig. 19).

La disposition anatomique de la rétine indique une dualité primitive des deux vésicules optiques, les deux pédoncules étant réunis en un seul. Le rapprochement de ces deux vésicules a entraîné la formation d'une enveloppe commune. Aussi la cyclopie n'est-elle complète que par la sclérotique et la choroïde.

Crâne. — Tous les os du crâne sont ossifiés, aussi bien à la voûte qu'à la base, à ce point que les fontanelles ont disparu : c'est à peine s'il reste un vestige de la fontanelle antérieure. En outre les sutures sont soudées, excepté en ce dernier point. Il y a eu ossification précoce des os du crâne.

Le pariétal gauche est bombé et fait une saillie beaucoup plus prononcée que le droit, d'où résulte une asymétrie marquée.

L'occipital supérieur n'est pas encore soudé et se sépare facilement du reste de l'os ; sa face interne présente deux crêtes : l'une transversale près de son bord supérieur, l'autre verticale et médiane près du trou occipital. La première correspond à un sinus de la dure-mère et à une empreinte des tubercules quadrijumeaux, l'autre s'enfonce assez profondément dans le cervelet où elle forme une gouttière persistante (*f*, fig. 17). La bosse occipitale externe est très prononcée.

Le diamètre occipito-frontal a 32 millimètres.

Le diamètre bi-pariétal a 25 millimètres.

Cavité orbitaire. — Elle est formée en haut par le frontal, en bas par les maxillaires supérieurs. Les os malaires font complètement défaut, il n'y a pas d'arcade zygomatique. La paroi externe du globe de l'œil est formée par les parties molles.

L'appareil nasal existe, mais considérablement réduit. Les os nasaux sont soudés entre eux et à une apophyse du frontal dont ils constituent pour ainsi dire un prolongement redressé vers le haut, ce qui donne aux parties molles cette forme caractéristique d'une trompe appliquée sur le front (pl. II, fig. 15, N).

Cette trompe est percée de deux petits orifices séparés par une même cloison et qui aboutissent dans une capsule cartilagineuse fermée en arrière. Deux petits muscles médians venant de l'apophyse frontale s'insèrent sur cette capsule. Elle est enveloppée par un cartilage extérieur qui ferme en bas l'ouverture laissée par le

promontoire osseux. Ce cartilage représente sans doute les masses latérales de l'ethmoïde dont le corps persiste comme un petit cartilage médian situé au-dessous et en arrière.

II. — Enfant.

Le nouveau-né qui fait l'objet de ce travail est arrivé à terme et n'a vécu que quelques minutes. Aucun accident n'a eu lieu pendant la gestation; la grossesse a eu un cours régulier et l'accouchement s'est terminé dans les conditions les plus normales. La vie s'est manifestée par quelques mouvements respiratoires et des battements du cœur. La conformation du tronc ne présente rien d'anormal. Les dimensions de la tête sont les suivantes :

Diamètre	occipito-mentonnier	= 10	centimètres.
—	mento-frontal	= 7	—
—	bi-temporal	= 7	—
—	fronto-occipital	= 11	—

La face a un aspect caractéristique. Le nez manque et, à sa place, on voit sur la ligne médiane un globe oculaire unique. Cependant, sur le diamètre horizontal, on remarque deux pupilles d'égale grandeur séparées l'une de l'autre par un espace étroit. Les sourcils font défaut. La paupière supérieure est entière. En bas, au contraire, une échancrure en V indique le point de soudure des deux paupières inférieures. Les culs-de-sac conjonctivaux sont bien développés. Au-devant de l'œil pend une petite masse conique rattachée au front par un court et mince pédicule. Elle est constituée par du tissu conjonctif lâche entouré par la peau et n'est percée d'aucun orifice : c'est là le vestige du nez (N, fig. 4). Le front est élevé et la boîte cranienne semble avoir subi une dilatation. Les oreilles sont insérées très bas au-dessous du niveau de la bouche. Le poids du corps est de deux kilogr. environ.

En ouvrant la boîte cranienne, on donne issue à un liquide séreux, clair, opalin, qui remplit une vaste poche au fond de laquelle on aperçoit l'encéphale. Ce qui frappe tout d'abord, c'est l'absence d'hémisphères cérébraux normalement constitués. A leur place on voit une masse blanchâtre, aplatie, au centre de laquelle existe une dépression peu profonde, hémisphérique, entourée par un fer à cheval de substance nerveuse. Celle-ci est limitée par un rebord

interne (*z*, fig. 5) plus blanchâtre, d'aspect fibreux, au-dessous duquel la dépression se termine par une gouttière peu profonde et semi-circulaire (pl. I, fig. 5 et fig. B). Cette masse occupe à elle seule plus de la moitié de la base du crâne et se moule en avant dans la concavité du frontal. Elle est légèrement asymétrique par rapport à l'axe antéro-postérieur : sa moitié droite est un peu plus large que la gauche. En arrière, elle se rattache à une éminence sphérique qui proémine sur la ligne médiane entre les

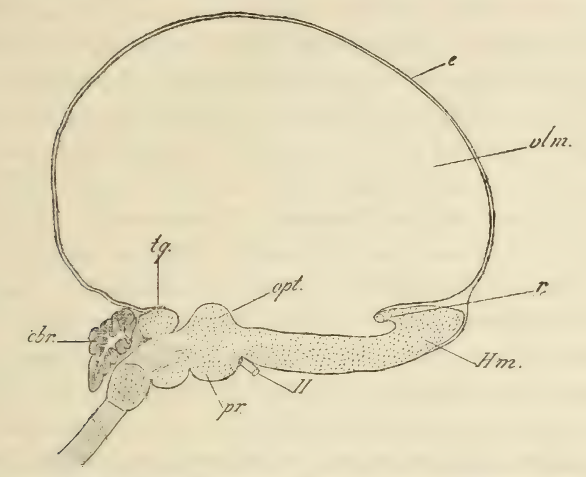


Fig. B. — Enfant cyclope. Coupe antéro-postérieure médiane de l'encéphale. Demi-grandeur naturelle.

deux branches du fer à cheval. Un orifice arrondi situé sur son bord postérieur représente l'ouverture de l'aqueduc de Sylvius. Un léger sillon parti de l'orifice sépare en deux lobes latéraux cette grosse masse qui n'est autre chose que les couches optiques réunies sur la ligne médiane (*opt*, fig. 5 et fig. B). L'orifice se continue par un conduit peu profond terminé en cul-de-sac (fig. 5, pl. I, et fig. B). Immédiatement en arrière, entre cet orifice et le cervelet, se trouve une éminence arrondie avec deux petits lobes postérieurs séparés sur la ligne médiane. Ce vestige des tubercules quadrijumeaux est très distinct, mais l'absence complète des nerfs pathétiques ne permet pas d'établir une donnée plus précise (*tq*, fig. 5 et fig. B). La glande pinéale manque. Enfin le cervelet, à part une légère asymétrie latérale, semble normalement constitué (*cbr*, fig. 5 et fig. B).

La face supérieure de l'encéphale est recouverte par une mem-

brane fibreuse assez épaisse et très adhérente aux couches optiques et à la masse antérieure représentant les hémisphères. Elle passe au-dessus du cervelet qu'elle recouvre comme une tente et vient s'appliquer à la face interne de la voûte du crâne. En avant elle présente deux lacunes où elle laisse à nu le frontal tapissé de la dure-mère. Cette membrane est très vascularisée. En avant, de grosses veines remontent du cerveau vers les parois de la voûte et en arrière de gros paquets veineux descendent du cervelet vers les sinus de la veine jugulaire. Cette membrane qui se dédouble pour tapisser la face inférieure est sans doute la pie-mère devenue scléreuse sous l'influence du liquide abondant qui remplit la cavité céphalique. En arrière, au-dessus du cervelet, elle est très épaisse et se confond avec la tente du cervelet. Du reste, sur les parois du crâne, elle est intimement accolée à la dure-mère (*e*, *e*, fig. 5 et fig. B). Si l'on considère l'ensemble de cette poche liquide dont le plancher est formé par les couches optiques soudées sur la ligne médiane et le rudiment impair des hémisphères cérébraux, on est naturellement porté à l'assimiler à un vaste ventricule qui correspondrait à la fois au troisième et aux deux ventricules latéraux énormément distendus (*vlm*, fig. B). Dans cette hypothèse, la voûte nerveuse aurait été détruite ou ne se serait pas développée ou bien encore aurait été relevée et renversée en avant. L'absence de débris nerveux flottant dans le liquide qui est resté limpide s'oppose à la première supposition. Sans doute il y a eu arrêt de développement de la voûte sous l'influence de la compression d'un liquide sécrété de très bonne heure, en un mot il y a eu hydropisie précoce de la vésicule cérébrale antérieure, mais postérieurement cependant à la formation de la vésicule des hémisphères [1].

1. On sait, depuis les recherches de Balfour, que les hémisphères cérébraux naissent d'un rudiment cérébral impair dans lequel on peut distinguer deux parties, le plancher et la voûte. La voûte se développe en deux lobes, rudiments des hémisphères entre lesquels apparait une constriction médiane. Ici ces deux lobes ne se sont pas développés. Doit-on en attribuer la cause à la présence d'un liquide qui aurait distendu les cavités et empêché la séparation de s'effectuer ; en un mot cette disposition assez fréquente est-elle secondaire ou primitive? Plusieurs auteurs ont considéré l'hydropisie des vésicules cérébrales comme la cause non seulement de l'anomalie des hémisphères, mais de la cyclopie elle-même. M. Dareste a montré depuis longtemps que cette monstruosité était antérieure à l'hydropisie. Chez le chien cyclope ci-dessus décrit, il n'existe pas d'hydropisie et cependant les caractères anatomiques de l'encéphale ne diffèrent pas, autant qu'on pourrait le croire, de ceux que nous venons de voir dans le cyclope humain.

Revenons à la face inférieure de l'encéphale. Elle présente à considérer en avant la masse unique des hémisphères qui offre des lobes plus ou moins considérables séparés par des dépressions peu profondes où rampent des artères et des veines. Ces vaisseaux très nombreux sont situés dans l'épaisseur d'une membrane encore assez résistante, mais moins épaisse, et surtout moins adhérente à la substance nerveuse qu'à la face supérieure. Les artères proviennent de deux troncs principaux nés au pourtour du nerf optique et se ramifient pour gagner les bords et la face supérieure. Elles donnent un grand nombre de petites artérioles qui s'anastomosent en un réseau superficiel d'où part le fin chevelu pénétrant perpendiculairement dans la masse cérébrale. Ce sont les cérébrales antérieures fournies par la carotide interne et qui contournent en disparaissant dans le repli fibreux le bord antérieur des couches optiques (*ce*, fig. 6). Les veines forment deux groupes distincts, l'un postérieur qui accompagne les artères et se jette dans les sinus caverneux, l'autre antérieur qui se dirige en sens inverse, et qui, arrivé sur la face supérieure, se réunit à d'autres troncs veineux pour remonter dans les replis fibreux jusque sur la voûte du crâne et de là se diriger en arrière dans les sinus de la tente du cervelet.

Le bord antérieur de cet hémisphère impair est légèrement échancré. Son bord postérieur au contraire est fortement déprimé; dans l'angle rentrant ainsi formé s'adaptent les couches optiques (*opt*, fig. 6). Leur aspect est celui d'une poire dont le pédicule serait le nerf optique. Celui-ci est formé par un gros faisceau nerveux entouré d'une gaine fibreuse épaisse. Il semble naître sur la ligne médiane et provenir d'un prolongement de la masse optique, mais, après avoir enlevé la membrane fibreuse, une dissection attentive m'a permis de retrouver les deux cordons nerveux latéraux dont la réunion constitue un nerf optique unique en apparence d'origine impaire. Ces deux bandelettes optiques ont en arrière les mêmes rapports qu'à l'état normal. Elles contournent les couches optiques pour se terminer dans deux éminences très voisines l'une de l'autre : les corps grenouillés. En arrière du nerf optique, on voit le pédoncule du corps pituitaire qui est plein et n'a plus de relation avec le 3e ventricule par suite de la soudure des deux couches optiques (*inf*, fig. 6). Deux petites saillies sur le bord postérieur des couches optiques semblent représenter les tubercules mamillaires (*mm*, fig. 6). Enfin la protubérance et le

bulbe avec les nerfs reposent sur la face inférieure du cervelet. Cette partie ne semble pas avoir ses dimensions habituelles, et la disposition des nerfs est un peu modifiée.

Nerfs. I. — Le nerf olfactif manque totalement.

II. — Le nerf optique (pl. I, fig. 6) naît, comme nous venons de le voir, par deux bandelettes latérales réunies en un seul faisceau en avant des couches optiques. Ce nerf passe dans un orifice médian situé sur le bord antérieur du corps sphénoïdal. Une gaine épaisse de dure-mère l'entoure à sa sortie et après un trajet de 1 centim. 1/2 pénètre dans le globe de l'œil. Ce nerf est constitué par un axe prismatique de tissu conjonctif entouré d'une écorce nerveuse. Nous y reviendrons à propos de l'œil.

III. — Le moteur oculaire (pl. II, fig. 6) commun naît comme à l'état normal sur le bord interne des pédoncules cérébraux de chaque côté d'une dépression médiane criblée de petits orifices (espace perforé postérieur). Son origine est masquée par la protubérance qui fait saillie en avant et arrive en contact avec la masse des couches optiques. Il se dirige en avant et accompagne en dehors l'artère de Willis. Arrivé sur les faces latérales du sphénoïde, il s'enfonce dans le sinus latéral et se comporte alors d'une façon toute particulière que nous décrirons bientôt.

IV. — Le pathétique fait défaut (pl. I, fig. 6). Du moins il n'a pas été possible de le retrouver, ni à la face inférieure, ni à la face supérieure de l'encéphale, malgré une dissection minutieuse. Cependant, à la base du crâne et du côté droit seulement, en dehors du moteur oculaire externe, on pouvait voir un mince filet nerveux s'engager dans un trou de la dure-mère sur le bord supérieur du rocher. Ce filet dernier vestige du pathétique ne tarde pas à s'accoler au moteur oculaire externe et à se confondre avec lui. Il est donc probable que ce nerf a disparu secondairement, à la suite de la compression exercée par le liquide de la voûte sur les tubercules quadrijumeaux et sur ses filets d'origine.

V. — Le trijumeau prend naissance sur la protubérance et semble normalement constitué (pl. I, fig. 6).

Tous les autres nerfs proviennent du bulbe. Ils sont très rapprochés les uns des autres. Les racines de la 12e paire sont presque en contact sur la ligne médiane où elles ne sont séparées que par l'artère spinale antérieure. Les olives (*ol*, fig. 6) à peine indiquées se touchent et ne laissent pas voir les piliers antérieurs. La figure 6

montre assez la disposition et les rapports de ces nerfs pour qu'il ne soit pas nécessaire d'en faire une description plus détaillée.

Les artères ont une disposition à peu près normale et l'hexagone de Willis est reconnaissable.

L'orifice de l'aqueduc de Sylvius, qui s'ouvre dans la vaste poche liquide qui représente les ventricules distendus, se continue par un court canal terminé en cul-de-sac. L'aqueduc n'existe pas ou au moins est-il très rétréci, car, après l'action de l'acide chromique et de l'alcool, il m'a été impossible d'en retrouver la trace. Le 4[e] ventricule semble donc isolé et n'exister qu'à l'état virtuel. Le canal de l'épendyme m'a paru aussi manquer. Le sillon postérieur de la moelle semble faire défaut et les racines postérieures, très rapprochées sur la ligne médiane, s'anastomosent par un grand nombre de filets transversaux (*rp*, fig. 5). Peut-être y a-t-il une relation entre l'obstruction de l'aqueduc de Sylvius et l'accumulation de liquide dans les ventricules. Il est certain toutefois que l'hydropisie est postérieure à la formation de la vésicule des hémisphères et à plus forte raison à celle des vésicules optiques. Il suffit maintenant, pour se rendre compte des changements de rapports occasionnés par l'accumulation du liquide, de comparer la coupe antéro-postérieure de l'encéphale de notre monstre humain avec celle de l'encéphale du chien (fig. A et B). Chez le chien, la voûte du 3[e] ventricule est formée par une membrane mince en partie constituée par la pie-mère qui vient pénétrer par le trou de Monro (M, fig. A) dans la cavité des ventricules latéraux réunis. Cette membrane est doublée en dessus par une lame nerveuse assez épaisse que nous avons considérée comme le rudiment des corps striés (*str*, fig. A). Il est facile de comprendre que ce pli, formé par l'extension en arrière de la vésicule des hémisphères, disparaîtrait sous l'influence d'une accumulation de liquide et que les parois nerveuses viendraient s'étaler en avant. C'est là ce qui a dû se produire chez notre monstre humain à une période embryonnaire où l'encéphale présentait à peu près la même disposition que chez le chien.

L'examen des différentes figures représentant l'encéphale du chien et de l'enfant, ainsi que des coupes antéro-postérieures A et B, ne me semble laisser aucun doute à cet égard. Ainsi peut s'expliquer la présence de ce rebord fibreux en fer à cheval qui borde la dépression du ventricule dans le cyclope humain (*z*, fig. B).

Nous allons retrouver dans l'étude du globe de l'œil les traces de l'unicité originelle qui a provoqué la cyclopie. Mais d'abord considérons les annexes, c'est-à-dire les muscles et les nerfs. Tous les muscles de l'œil viennent s'insérer au pourtour du nerf optique soit sur le corps du sphénoïde, soit sur les processus osseux qui se dirigent en dehors pour former les petites ailes.

A part le muscle droit externe (*dr e*, fig. 13) dont la connexion avec le nerf de la 6e paire est restée intacte, il est difficile de retrouver les homologies exactes des autres. A la face supérieure il existe deux muscles droits insérés en arrière sur les processus osseux de la petite aile sphénoïdale. Ils sont innervés tous deux par le moteur oculaire commun. En avant ils s'insèrent au voisinage de la cornée. Le plus interne passe dans une poulie attachée au frontal. De cette poulie part un muscle oblique en arrière qui va s'insérer sur les parois de l'orbite à la grande aile du sphénoïde. Ce dernier, qui n'est représenté à gauche que par un faisceau très ténu, est innervé par le nerf de la 3e paire. Malgré l'atrophie du nerf pathétique, et par comparaison avec le chien cyclope, on peut considérer ces deux derniers muscles, l'un comme le grand oblique, l'autre comme le releveur de la paupière supérieure (*ob* et *r*, fig. 13). Les deux muscles droits externes situés à la face inférieure viennent s'insérer à la base du sphénoïde en formant entre eux un angle aigu ouvert en avant. Dans cet angle s'insèrent deux autres petits muscles parallèles aux premiers et qui s'insèrent au globe par un tendon commun. Ces derniers qu'on peut considérer comme les droits inférieurs sont unis à leur point d'attache, et au point où ils divergent des fibres transversales passent de l'un à l'autre et arrondissent l'angle de divergence. Enfin à la face inférieure, à l'équateur du globe oculaire, existe un muscle intimement accolé à la sclérotique et qui s'étend comme une sangle entre les tendons des muscles droits externes. Ce muscle impair, qui représente sans doute les deux obliques inférieurs soudés, est innervé par plusieurs filets nerveux qui proviennent de la 3e et de la 6e paire réunies en un tronc commun sur la ligne médiane (*ch*, fig. 13).

La disposition de ces deux dernières paires mérite une mention spéciale. Une fois entrés dans le sinus latéral, au côté externe de la carotide, ces nerfs s'accolent l'un au-dessus de l'autre, passent au-dessous des petites ailes et viennent en contournant le sphénoïde

s'unir sur sa face antérieure, au-dessus des muscles droits externes, comme le représente la figure 13 (pl. II, *ch*).

Les deux moteurs oculaires communs sont unis par une véritable anastomose transversale qui est la continuation du tronc lui-même. C'est de l'angle formé par ce brusque changement de direction que partent la plupart des nerfs pour les muscles de l'œil. Du milieu de l'anastomose légèrement renflée, s'échappe en avant un gros tronc médian qui s'unit bientôt à une branche anastomotique parallèle à la première et qui réunit les deux moteurs oculaires externes. C'est du deuxième renflement ainsi formé que partent les filets nerveux destinés aux muscles obliques inférieurs. Le gros rameau destiné au muscle droit externe se sépare du tronc du moteur oculaire externe au moment où il se coude pour gagner la ligne médiane.

Les deux branches ophtalmiques du trijumeau présentent aussi cette même particularité de s'anastomoser largement entre elles (*Vo*, fig. 13, pl. II), mais en avant du globe oculaire. Plusieurs filets destinés au globe sont visibles sur l'ophtalmique gauche, l'un d'eux qui pénètre près du nerf optique présente un léger renflement ganglionnaire.

Chacune des branches ophtalmiques donne un rameau interne qui s'anastomose avec le rameau opposé et va fournir des filets nerveux à la peau du front, de la paupière, ainsi qu'à l'appendice cutané qui représente le nez. Ce rameau peut être désigné comme la branche nasale de l'ophtalmique.

Les branches maxillaires supérieures et inférieures du trijumeau sont bien développées et n'offrent rien de particulier à signaler.

Le nerf optique (II, fig. 13) enveloppé de sa gaine épaisse de dure-mère est constitué par un axe central prismatique formé de tissu conjonctif et une enveloppe de tissu nerveux. Arrivé sur la sclérotique, il la perfore; sa gaine nerveuse s'épanouit pour former la rétine, et son axe conjonctif est en continuité avec le corps vitré qui est blanchâtre et ressemble à de l'albumine coagulée. La papille optique a l'aspect d'une dépression en cupule de laquelle partent les fractus conjonctifs qui pénètrent dans le corps vitré. En avant, il y a deux cristallins séparés l'un de l'autre par un espace de 4 millimètres. La rétine offre une disposition spéciale. D'abord elle conserve la même épaisseur dans toute son étendue jusqu'au

pourtour des procès ciliaires. Entre les deux cristallins s'élève une cloison rétinienne libre en haut, mais adhérente en bas ; elle forme un pont légèrement convexe qui sépare la cavité oculaire en deux loges renfermant chacune leur corps vitré. Ce repli, formé de deux feuillets nerveux accolés, ne va pas jusqu'à la paroi postérieure du globe où les deux corps vitrés sont confondus.

Si l'on se reporte au mode de formation de la cyclopie tel que l'a décrit M. Dareste [1], on reconnaît aisément que cette cloison est due à un repli formé dans la vésicule oculaire unique par les deux cristallins juxtaposés.

Cette duplicité du cristallin est en rapport avec le diamètre transversal du globe qui est un peu plus grand que les autres.

En effet, le diamètre horizontal au niveau de l'équateur est de 24 millimètres.

Diamètre vertical	= 14 à 15	millimètres.
Diamètre antéro-postérieur	= 20	—

Les cristallins sont plus rapprochés de la face inférieure du globe que de la supérieure, et leur face antérieure regarde légèrement en bas.

La face antérieure des cristallins est ovalaire et aplatie, à grand diamètre dirigé obliquement de dehors en dedans et de haut en bas, long de 6 millimètres. Elle est occupée par une étoile à trois branches de chaque côté desquelles aboutissent les fibres cristalliniennes. La face postérieure est arrondie, bombée et est sillonnée par une étoile à quatre branches.

Les procès ciliaires et l'iris entourent une ouverture ovalaire comme le cristallin, avec cette particularité que, du côté interne et postérieur, cette pupille se prolonge par une échancrure en V, qui lui donne la forme d'une raquette : c'est le vestige de la fente choroïdienne.

Les corps vitrés sont constitués par deux masses coniques, molles, grisâtres, à la base desquelles reposent les cristallins. Examinée au microscope, leur substance se présente comme un tissu conjonctif très délicat à fibrilles ténues et anastomosées en un réseau à mailles étroites.

La rétine a une structure bien différente de celle du chien. Tan-

1. *Arch. de zool. exp.*, 1re série, t. V, 1876.

dis que celle-ci était molle, composée d'éléments embryonnaires non encore différenciés, celle du cyclope humain au contraire est très résistante à la dissociation. Cela tient à la présence de cellules de soulèvement ou fibres de Müller très bien développées et formant une charpente solide. Ces cellules de forme caractéristique s'isolent assez bien avec les aiguilles. Cependant, elles restent quelquefois adhérentes par leur base en groupe de deux à trois. On les voit également bien sur les coupes (*fm*, pl. II, fig. 20). Ce sont des cellules coniques dont les bases se juxtaposent pour former la limitante interne. A leur sommet, le faisceau fibrillaire se dissocie en un chevelu qui pénètre dans la zone granuleuse où il reste encore très distinct, mais, au delà, leur individualité est difficile à constater.

Les couches successives de la rétine sont bien indiquées.

Crâne. — La voûte du crâne est à peu près complètement molle. Il n'existe que deux points d'ossification très rapprochés l'un de l'autre au milieu du frontal. Chaque pariétal en présente également un en son milieu. A la base, l'occipital est entièrement ossifié. Il en est de même de l'os pétreux, du corps du sphénoïde et des petites ailes. La selle turcique n'est pas déformée. Les deux trous orbitaires sont réunis en un seul comme dans le chien. L'ethmoïde fait défaut, mais sa place est marquée par deux dépressions séparées par une légère saillie médiane : c'est immédiatement au-dessous que se trouve le globe oculaire. Il n'y a pas d'os malaire. Aussi, la cavité orbitaire est-elle ouverte sur les côtés, où elle n'est limitée que par les parties molles. Les arcades zygomatiques, l'os intermaxillaire manquent, ce qui contribue à donner à la face un caractère particulier : la bouche est rétrécie et les oreilles, plus rapprochées l'une de l'autre, présentent leur conque en avant.

III. — Mouton.

Ce mouton sur lequel une cyclopie complète est associée à l'otocéphalie m'a fourni des faits très intéressants, et je remercie mon ami Mandereau de m'avoir envoyé ce produit monstrueux. Voici les renseignements que j'ai pu recueillir sur ce monstre. Il est né à terme d'une brebis d'un an. La délivrance a été difficile. C'est la tête qui s'est présentée la première. La poche des eaux est sortie en dehors de la vulve, énorme, non crevée et dure comme du

parchemin. Pour la déchirer, il a fallu un effort assez considérable. Après l'ouverture de la poche, la tête est restée coiffée et le fœtus est resté ainsi pendant quatre heures, de sorte qu'il est difficile de dire s'il a vécu. Le liquide amniotique était épais comme une purée, gras au toucher, trouble et jaunâtre, semblable à de la moutarde démêlée, sans aucune odeur. Le cordon était intact, mais s'est rompu au moment de l'enlèvement du mouton. Il n'y a presque pas eu de perte de sang. La mère bien constituée ne s'est pas ressentie de sa parturition.

Aspect extérieur. — Tout le corps est couvert du magma amniotique qui agglutine les poils. A l'exception de la tête, aucune autre partie ne présente d'anomalie. Le cœur est bien constitué. La longueur du cou mesurée de la ceinture scapulaire à la bouche est égale à la moitié de la longueur du tronc. La tête est arrondie en boule et se présente, vue de face, comme une sphère (pl. I, fig. 7), au milieu de laquelle on trouve un globe oculaire unique avec une seule pupille à axe transversal. Il n'existe aucun appendice nasal. Au-dessous de l'œil, sur la ligne médiane, une dépression peu profonde au fond de laquelle est un voile du palais bilobé, représente la bouche et la cavité buccale (B, fig. 7). Il n'existe pas de langue et l'on pénètre dès l'entrée dans la cavité du pharynx. Il n'y a ni maxillaire supérieur ni voûte du palais. Le maxillaire inférieure (*mx*, fig. 7) existe, mais ne fait aucune saillie. C'est à peine si, au niveau de la symphyse, une petite proéminence, dure au toucher, indique sa présence. En dessous de la peau, on trouve une lame cornée pliée en gouttière qui recouvre l'os et qui est peut-être un rudiment des germes dentaires. Les oreilles sont situées de chaque côté de la bouche, de telle sorte que le pavillon fait suite à la dépression buccale. Ce pavillon est complètement imperforé et présente de simples anfractuosités. On a donc ici tous les caractères de l'otocéphalie, joints à ceux de la cyclopie.

Le crâne a une forme ovoïde à petite extrémité antérieure.

Le diamètre occipito-frontal = 8 centimètres.
Le diamètre bi-pariétal = 6 —

La paroi se laisse facilement déprimer, l'ossification est très incomplète et les fontanelles sont encore très étendues. En ouvrant la cavité cranienne, on voit s'écouler un liquide clair, abondant.

Dans le fond repose sur la base un encéphale très petit occupant

à peine le quart de l'espace total. Il est recouvert par une membrane vasculaire qui tapisse la face interne du crâne et forme les parois de la poche où était contenu le liquide. Le cervelet est en partie masqué par la tente. Au-dessus des tubercules quadrijumeaux, la glande pinéale est comprise dans l'épaisseur de la membrane. Toutes les parties de l'encéphale, à l'exception des hémisphères, sont représentées. L'absence totale des hémisphères semble être un fait primordial à l'appui duquel concordent toutes les autres particularités de ce monstre, à savoir la limpidité du liquide de la cavité cranienne, le défaut de tout appendice nasal et la cyclopie totale de l'œil. Les dimensions de cet encéphale sont beaucoup moindres qu'à l'état normal. Les figures 8, 9 et C, de grandeur naturelle, montrent assez les proportions relatives des différentes parties.

Sur la face supérieure, en avant du cervelet, deux lobes arrondis

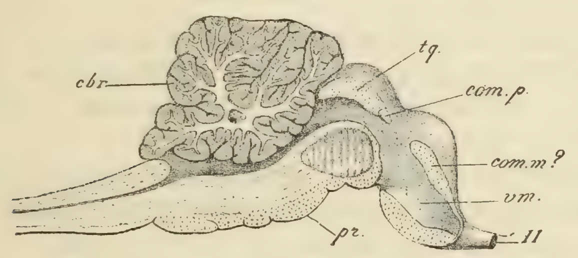


Fig. C. — Mouton cyclope. Coupe antéro-postérieure médiane de l'Encéphale. Grandeur naturelle.

séparés par une dépression médiane représentent les tubercules quadrijumeaux (*tq*, fig. 8). Leur limite antérieure est marquée par un étranglement qui les sépare des couches optiques et sur la ligne médiane par une commissure nerveuse (*com p*, fig. 8 et C), la commissure blanche postérieure, en avant de laquelle existe sur le cerveau dépouillé de ses membranes un petit orifice qui conduit dans le troisième ventricule et dans l'aqueduc de Sylvius.

Les couches optiques (*opt*, fig. 8 et C), réunies par la commissure médiane (*com m*, fig. C), forment une masse à peu près quadrilatère très légèrement mamelonnée, qui se continue en avant par un prolongement conique à large base, le pédoncule optique. Le troisième ventricule envoie un léger diverticulum dans ce pédoncule dont les parois sont formées par un tissu fibrillaire assez lâche qui bientôt se condense et devient le nerf optique. Inclinée à angle

droit sur l'axe du bulbe, cette partie de l'encéphale a conservé la disposition primitive de la première flexion cranienne.

A la face inférieure, on trouve :

1° La masse quadrilatère des couches optiques (*opt*, fig. 9). En arrière, une dépression médiane qui conduit dans le troisième ventricule est peut-être l'orifice de l'infundibulum. Toutefois, le corps pituitaire fait défaut. De chaque côté de cette dépression naissent les nerfs de la troisième paire (III, fig. 9).

2° La protubérance annulaire arrondie avec une légère échancrure médiane (*pr*, fig. 9).

Entre elle et le cervelet, deux gros nerfs, venant de son bord postérieur, l'embrassent dans leur concavité : ce sont les trijumeaux (V) avec leurs deux racines bien distinctes. Un peu plus en dehors sortant de la fente qui sépare le cervelet de la protubérance, émerge le nerf pathétique plus volumineux qu'à l'état normal (IV, fig. 9).

3° Une bande nerveuse transversale, aux extrémités de laquelle on trouve les nerfs facial et auditif (VII et VIII). C'est sur le bord postérieur de cette même bande que prend naissance le nerf de la sixième paire (VI).

4° Le bulbe avec les olives (*ol*, fig. 9), et les nerfs glosso-pharyngien, pneumogastrique et spinal réunis en un seul faisceau composé de plusieurs filets nerveux (IX, X et XI). Quant à l'hypoglosse (XII), il est représenté par un seul filet nerveux naissant au-dessous de l'olive sur la même ligne d'insertion que les racines antérieures de la première paire rachidienne. Il sort du crâne (XII, fig. 14), par le trou condylien entre l'occipital latéral et l'occipital basilaire, et, à sa sortie, se divise en deux rameaux (XII, fig. 21), dont l'un se jette dans le ganglion supérieur du grand sympathique (*sy*, fig. 21) et l'autre s'anastomose en formant une anse avec un rameau de la première paire cervicale. Il n'y a pas de branche linguale, ce qui s'explique par l'absence totale de langue. Si l'on compare l'encéphale de ce mouton cyclope avec celui du mouton cébocéphale, on voit que les proportions relatives des différentes parties sont complètement renversées. Dans le premier, c'est le cerveau postérieur qui prédomine; dans le second, au contraire, c'est le cerveau antérieur. En outre, dans le premier, la flexion cranienne persiste; dans l'autre, au contraire, toute la face inférieure du cerveau est sur le même plan; c'est à peine si le pont de Varole

fait une légère saillie. Tous les deux, du reste, s'écartent beaucoup de la disposition normale.

La distribution des nerfs de la tête présente des particularités importantes en rapport avec les modifications extérieures. De l'absence d'appendice nasal et d'hémisphères, résulte naturellement celle des nerfs olfactifs. Le moteur oculaire commun (III, fig. 14), au niveau de la fente sphénoïdale, s'anastomose avec la branche ophtalmique, d'une manière si intime qu'il devient impossible de distinguer les rameaux de distribution de ces deux branches. A droite, les deux nerfs sont complètement soudés; à gauche ils sont plus distincts. Indépendamment des rameaux qu'il fournit aux muscles droits supérieurs, il donne un filet interne qui passe au-dessous du nerf optique et s'unit à un filet analogue de l'autre côté. De ce rameau transversal naissent les branches destinées aux muscles inférieurs du globe.

Le moteur oculaire externe (VI, fig. 14), accolé au côté interne de la branche ophtalmique, en reçoit plusieurs anastomoses dans la fente sphénoïdale et va se jeter immédiatement dans le muscle droit externe (*dr e*, fig. 14). Il innerve également un des muscles droits supérieurs (*dr s*). La branche ophtalmique V_o se divise au niveau de la fente sphénoïdale en plusieurs branches terminales dont une va au muscle droit externe et les autres à la peau de la région temporo-frontale.

Du côté droit, la branche destinée à la région pariétale (*h*, fig. 14) naît beaucoup plus tôt, se dirige en arrière, contourne le bord postérieur de la grande aile du sphénoïde et se distribue à la peau de l'oreille et de la région pariétale en s'anastomosant avec les branches antérieures. Ces trois nerfs sont contenus dans le sinus caverneux, au milieu d'un plexus vasculaire très serré qui représente le tronc de l'artère carotide.

Le nerf pathétique (IV, fig. 14) est le plus externe : il traverse la fosse sphénoïdale, passe au-dessous de la petite aile et arrive sur le globe oculaire, se divise en trois branches qui, en s'anastomosant avec celles du côté opposé, forment trois arcades ogivales superposées, toutes réunies entre elles sur la ligne médiane. La plus antérieure se termine par de nombreux filets terminaux dans un gros muscle tranversal qui entoure le bord antérieur de l'œil (*ob*, fig. 14); de l'arcade postérieure se détachent de petits rameaux pour un petit muscle transversal qui réunit les deux muscles droits supé-

rieurs. Une anastomose assez longue réunit le pathétique au moteur oculaire commun (*j*, fig. 14).

La branche ophtalmique du trijumeau est seule bien développée, la branche maxillaire supérieure semble manquer complètement. La branche maxillaire inférieure est représentée par une petite racine qui se fusionne immédiatement avec la branche ophtalmique. Un mince filet nerveux s'en détache avant la fusion, se dirige en arrière et atteint la face interne du maxillaire inférieur, en passant par le trou déchiré antérieur (*mi*, fig. 14).

En réalité, je ne saurais affirmer si c'est bien là un vestige de la racine motrice, car ce maxillaire rudimentaire n'est recouvert par aucun muscle.

Le ganglion de Gasser est à peine indiqué par le renflement du nerf. La branche ophtalmique fournit aussi, dans le sinus caverneux (*ms*, fig. 14), une branche qui se dirige en dedans, s'anastomose avec sa congénère, traverse le sphénoïde et vient se distribuer à la région de la face comprise entre la bouche et l'œil (pl. II, fig. 21, *ms*). Les rameaux antérieurs aboutissent à la peau, les postérieurs vont au voile du palais. Ces connexions indiquent suffisamment qu'ils appartiennent à la branche maxillaire supérieure rudimentaire. Au moment où elle traverse le sphénoïde, elle reçoit la branche anastomotique du nerf pétreux superficiel (*pet*, fig. 14).

Le nerf facial (VII, fig. 14) est constitué par deux troncs principaux accolés et anastomosés. Après avoir contourné le rocher, il descend verticalement contre sa face externe et envoie au niveau du promontoire quelques filets nerveux. Le facial (VII, fig. 21) sort du crâne en dehors et tout près de la branche montante de l'os hyoïde. A sa sortie il se divise en plusieurs branches qui innervent les muscles de l'oreille ainsi que le digastrique et le stylo-hyoïdien. Une de ces branches remonte jusque vers l'œil, où elle se distribue à un muscle annulaire, l'orbiculaire des paupières (*orb*, fig. 31). La corde du tympan fait défaut.

Le grand nerf pétreux se présente presque sans dissection avec une disposition absolument identique à celle qui a été décrite par M. Chauveau[1]. Il est formé de deux faisceaux, l'un interne assez grêle, l'autre externe beaucoup plus volumineux; l'interne se dirige d'avant en arrière et en dedans et vient s'accoler au facial, avec

1. *Anat. comp. des An. domest.*, p. 807.

lequel il remonte jusqu'au bulbe sans se confondre avec lui; l'externe se dirige au contraire en dehors et vient se réunir au tronc de la septième paire avant sa sortie du crâne.

De cette disposition résulte un triangle occupé par du tissu conjonctif.

Le glosso-pharyngien (IX), le pneumogastrique (X) et le spinal (XI) se groupent en un faisceau qui sort par un trou arrondi situé sur le bord antérieur de l'occipital latéral. La neuvième paire est formée par une agglomération de fibrilles qui se dissocient facilement, tandis que la dixième et la onzième paire sont réunies en un cordon compact situé au-dessous. Entre l'occipital latéral et l'occipital basilaire sort du crâne un mince filet nerveux correspondant à l'hypoglosse (XII). Il se divise bientôt en deux rameaux dont l'un se jette dans le ganglion supérieur du grand sympathique et l'autre s'anastomose en formant une anse avec un rameau de la première paire cervicale. En raison de l'absence totale de langue, la branche linguale fait défaut. Il en est de même pour le glosso-pharyngien dont les branches terminales se distribuent au pharynx. En dehors de l'hypoglosse, on voit sur la paroi interne du crâne un petit appendice qu'on pourrait prendre au premier abord pour un nerf, et qui n'est autre chose que l'insertion sur la dure-mère du ligament latéral de la moelle (*lig*, fig. 14).

Le globe de l'œil est à peu près sphérique. Au-devant du nerf optique, sa surface est déformée par une petite tumeur irrégulière et dépressible qui correspond à une fossette interne. La sclérotique est moins résistante, et il s'est produit là comme une hernie sous la pression des milieux internes.

Partout ailleurs, la sclérotique est très épaisse et très résistante. Il en est de même de la cornée.

Les muscles de l'œil ont une disposition différente de celle de l'homme et du chien cyclopes. Dans ces derniers, c'est à la face inférieure que l'on trouve un muscle transversal impair étendu comme une sangle d'un côté à l'autre, tandis que, dans le mouton cyclope, c'est au contraire à la face supérieure. C'est ce gros muscle (*ob*, fig. 14) qui embrasse toute la moitié antérieure de l'œil et qui, par ses connexions avec le nerf pathétique, doit être considéré comme un muscle grand oblique modifié. Tous les autres muscles de l'œil sont doubles, ont une direction rectiligne et sont accolés les uns aux autres. Le plus superficiel s'insère à la petite aile du sphénoïde. Les

quatre autres s'insèrent à la grande aile au pourtour de la fente sphénoïdale. Tous ces muscles sont innervés par le moteur oculaire commun. Le muscle droit externe reçoit en outre un filet venant de la sixième paire. Les deux moteurs oculaires communs sont réunis entre eux par une anastomose transversale reposant sur les muscles droits inférieurs. De cette anastomose se détachent des rameaux pour ces muscles et pour des ganglions ophtalmiques assez volumineux.

En ouvrant le globe oculaire par son équateur on trouve en avant un gros cristallin sphérique de 9 millim. de diamètre entouré à son équateur par des procès ciliaires bien développés et adhérents à la sclérotique. Ils se continuent en arrière par la choroïde qui paraît normalement constituée : le corps vitré est représenté par un bourrelet de substance molle grisâtre, disposée en anneau autour du cristallin et recouverte par une membrane très mince qui se continue en arrière par quelques tractus peu résistants adhérant au fond du globe. Le reste de la cavité ou globe était rempli par une matière semi-liquide, noirâtre, granuleuse, et ne montrant au microscope que des granulations pigmentaires. La rétine semblait faire défaut. Toutefois, pour m'en assurer, j'ai débité en coupes minces une portion du corps vitré avec la membrane qui le recouvrait. Il m'a été impossible de rien trouver qui ressemblât à un vestige de cette membrane nerveuse, mais seulement des couches concentriques et régulières d'une substance albuminoïde amorphe représentant le corps vitré. Il est donc certain que la vésicule optique a subi des troubles de nutrition considérables et que la rétine ne s'est pas développée.

Peut-être ces troubles sont-ils dus à des lésions vasculaires primitives. Quoi qu'il en soit, la disposition anatomique des vaisseaux est profondément modifiée. L'artère carotide interne arrivée dans le sinus caverneux se jette dans un plexus vasculaire à mailles très serrées et qui occupe toute l'étendue du sinus. Le corps du sphénoïde n'étant pas ossifié, ce sinus est beaucoup plus vaste qu'à l'état normal. C'est entre les mailles de ce plexus vasculaire, au milieu du sang veineux, que passent les nerfs de l'orbite; aussi pour les dégager a-t-il été nécessaire d'enlever complètement tout ce paquet artériel. Il n'y a qu'une seule artère ophtalmique. A la base de l'encéphale, l'artère basilaire est disposée normalement. Au niveau des couches optiques, elle longe le moteur oculaire du côté gauche et se

continue avec l'artère ophtalmique. C'est aussi en ce point qu'elle communique avec le plexus vasculaire ci-dessus décrit.

Dans ce mouton cyclope, existent d'autres particularités que je ne puis pas passer sous silence, quoiqu'elles soient en dehors de la cyclopie elle-même. Le maxillaire inférieur est considérablement réduit : il est tout d'une pièce; sa face externe est convexe; sa face interne est creusée en gouttière; il est recouvert par un mince cartilage corné qui double la peau.

Il résulte de cette étroitesse que la cavité buccale est très petite et que le pharynx est presque superficiel. Cependant au-devant de lui pend un voile membraneux supporté par une pièce osseuse échancrée en son milieu et présentant deux petites apophyses latérales. Cette pièce représente peut-être les apophyses ptérygoïdes supportant le voile du palais (fig. 21, V).

Un peu au-dessous du maxillaire inférieur, sur la ligne médiane, proémine une poche arrondie qui repose sur les muscles hyoïdiens entre les deux branches de l'os qu'elle maintient séparées. Elle est rattachée au pharynx avec lequel elle communique par un pédoncule assez large. Par sa position, par la nature glandulaire de ses parois, elle peut être considérée comme la portion impaire de la glande thyroïde arrêtée dans son développement (*thy*, fig. 21). La portion paire, au contraire, est normalement constituée.

Crâne. — Dans les deux cyclopes précédents, nous avons vu le crâne complètement ossifié, à sa base du moins. Dans notre mouton, une grande partie de la voûte et de la base sont restées à l'état membraneux. A part le frontal, l'occipital et le rocher, dont l'ossification est complète, les autres os n'ont pas évolué. Le corps du sphénoïde (*sp*, fig. 14) est remplacé par un fort ligament bifide à ses extrémités, sur lequel s'insère en avant une petite aile du sphénoïde très bien ossifiée (*abs*, fig. 14). En arrière ce ligament s'attache à la face inférieure d'un os mince quadrilatère et légèrement concave sur la face postérieure. Cet os représente la partie postérieure du sphénoïde, celle qui se relève pour former les apophyses clinoïdes (*sp p*, fig. 14). Il est en contiguïté en arrière avec l'apophyse basilaire, avec laquelle il n'est rattaché que par la corde dorsale encore persistante.

Le frontal (*fr*, fig. 14) est unique et tout d'une pièce. L'occipital, au contraire, peut être séparé en ses parties fondamentales.

Le rocher est aussi entièrement isolé.

Le maxillaire supérieur, l'intermaxillaire, l'os malaire, les arcades zygomatiques ne sont pas représentés : aussi n'y a-t-il pas de cavité orbitaire. C'est à peine si le frontal fait une légère saillie au-dessus du globe de l'œil : aussi la forme de la tête est tout à fait caractéristique. L'oreille interne n'a subi aucune modification appréciable par la dissection; les canaux semi-circulaires et le labyrinthe ont une disposition normale. La fenêtre ovale manque, mais la fenêtre ronde existe. Il n'y a pas d'osselets, ni de caisse du tympan, ni tympan, ni conduit auditif externe.

IV. — Fœtus de mouton cébocéphale.

Le type que nous allons décrire diffère notablement des précédents. Aux caractères de la cébocéphalie, il joint ceux de l'otocéphalie et de l'ethmocéphalie. La trompe est très bien développée; les fosses nasales ne sont pas atrophiées et les narines sont largement ouvertes. Si ce n'était la présence de la bouche, on croirait volontiers au premier aspect avoir affaire à une tête à peu près normale avec les yeux rapprochés à la face antérieure et supérieure au-dessous des oreilles. Mais dès que l'on a écarté les oreilles on voit sur la ligne médiane, limité en bas par un bourrelet saillant, un orifice étroit de 6 millimètres de large sur 4 de haut et très peu profond (pl. I, fig. 10, B). C'est la bouche. Il en résulte que les yeux ainsi placés au-dessus de la bouche occupent la place des narines. La langue fait défaut.

L'extrémité du museau est rétrécie en arrière des narines; il semble qu'elle ait été serrée par un lien circulaire. Cela était très net à l'état frais, à en juger d'après un dessin colorié de mon ami Mandereau, qui a extrait ce fœtus de l'utérus d'une brebis tuée en octobre 1885. Il était depuis deux ans dans la collection de l'École de médecine quand je l'ai disséqué. Malgré l'action de l'alcool, on voit encore très bien la trace de cette compression annulaire à l'extrémité du museau. Vue par la face supérieure, cette tête présente en arrière la partie globuleuse du crâne prolongée en avant par l'appendice conique qui constitue l'appareil nasal; les yeux situés en dessous à la base de cette trompe restent invisibles.

Sur la circonférence antérieure du crâne, en deux points symétriques correspondant aux faces latérales du frontal, on voit deux

taches blanches d'aspect cicatriciel. Ces taches de 10 millimètres sur 5 de large sont obliques de haut en bas et de dedans en dehors, et sont séparées l'une de l'autre par un intervalle de 34 millimètres. La face supérieure de la tête est partout couverte de poils fins, excepté au niveau de ces taches. Peut-être ces taches ont-elles été produites par des adhérences de l'amnios ainsi que l'empreinte annulaire située en arrière du museau, mais nous n'avons pu recueillir aucun renseignement sur les enveloppes fœtales.

Encéphale. — Après avoir enlevé la voûte du crâne qui est complètement ossifiée, on met à nu le cerveau qui remplit complètement la boîte osseuse et dont la surface, en un point marqué par un astérisque (fig. 11), est adhérente à la dure-mère, de sorte qu'en le

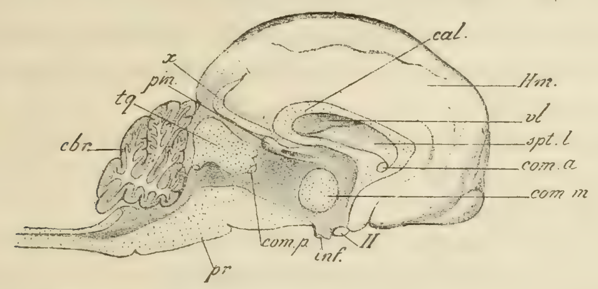


Fig. D. — Mouton cébocéphale. Coupe antéro-postérieure médiane de l'Encéphale. Grandeur naturelle.

détachant, un lambeau de l'écorce est resté adhérent à cette membrane.

Les lobes cérébraux (*Hm*, fig. 11) sont bien développés : leur surface est parcourue par des sillons peu profonds. Au fond de la scissure interhémisphérique on tombe sur le corps calleux. En arrière, cependant, cette scissure est interrompue par un pont de substance nerveuse échancrée en avant en forme de V (*x*, fig. 11 et fig. D). Cette lame nerveuse se recourbe au niveau du cervelet et forme ainsi entre les circonvolutions du corps calleux une commissure concave en avant, qui est sans doute le vestige d'une disposition embryonnaire (*x*, fig. 11 et D). Le cervelet semble normalement constitué; peut-être est-il un peu plus petit qu'à l'ordinaire.

Face inférieure. — Les lobes et les nerfs olfactifs (I, fig. 12) sont bien développés. Le chiasma des nerfs optiques est large et les fibres nerveuses y sont complètement confondues dans une masse commune. Immédiatement en arrière du chiasma se trouve l'orifice de

l'infundibulum (*inf*, fig. 12). Les pédoncules cérébraux sont réunis entre eux sur la ligne médiane et forment une surface plane où l'on ne trouve ni éminences mamillaires ni espace perforé, ni tuber cinereum. De chaque côté de la ligne médiane naissent les nerfs moteurs oculaires communs (III, fig. 12).

La protubérance annulaire (*pr*) est à peine indiquée par un rebord peu saillant. Toute la surface du bulbe est complètement lisse et légèrement convexe. Elle est limitée en arrière par un rebord un peu plus élevé que celui du pont de Varole. C'est à ce niveau, tout près de la première paire cervicale, qu'émerge le moteur oculaire externe (VI, fig. 12). Entre celui-ci et le spinal, le nerf hypoglosse (XII) est représenté par un tout petit faisceau de fibres nerveuses.

Le pneumogastrique et le glosso-pharyngien sont peu distincts. Un groupe assez marqué de fibres nerveuses naissant sur la face antérieure du bulbe, leur constitue une *racine antérieure* bien distincte (IX et X, fig. 12).

Les autres nerfs ne présentent rien de particulier à noter.

Le cercle artériel de la base est à peu près normal. Il y a deux cérébrales antérieures.

Pour donner une idée complète de cet encéphale, il me reste à décrire la disposition des cavités ventriculaires et des parties internes : c'est ce qu'une coupe antéro-postérieure va me permettre de faire plus facilement (fig. D).

Il suffit de jeter un coup d'œil sur cette figure pour en reconnaître immédiatement la signification.

Le septum lucidum s'étend assez loin en arrière; par suite de l'affaissement de la voûte à trois piliers, il s'est détaché dans une petite étendue, ce qui laisse voir en partie le ventricule latéral gauche. Le troisième ventricule est traversé en son centre par la commissure grise (*com m*, fig. D).

La glande pinéale avec ses deux freins repose sur le bord antérieur des tubercules quadrijumeaux. Au-dessus d'elle, on voit la coupe de cette commissure en forme de lame recourbée qui unit les deux lobes occipitaux.

Les principales modifications ont porté sur la partie postérieure de l'encéphale et principalement sur le bulbe et le cervelet. Il y a eu comme un allongement de cette région, de telle sorte que le moteur oculaire externe prend son origine beaucoup plus en arrière qu'à l'état normal.

Il y a eu aussi une légère constriction transversale, puisque les pédoncules cérébraux ne sont séparés par aucune dépression.

Vu le mauvais état de conservation des nerfs, il m'a été impossible d'en faire une dissection minutieuse. L'atrophie presque complète des nerfs facial, maxillaires et hypoglosse qui ne sont représentés que par des filets très ténus est le seul point digne de remarque.

Tête osseuse. Les os sont complètement ossifiés à la voûte comme à la base. A la voûte, ils sont encore distincts et se reconnaissent aisément. A la base, des troubles précoces en ont modifié les rapports et les dimensions et, sans le secours de quelques connexions, il serait difficile d'en établir la nature.

Au fond de la bouche, dans le voile membraneux qui la sépare du pharynx, on trouve sur la ligne médiane un petit os en forme de clou placé verticalement. Puis, quand on l'a enlevé, on tombe dans le pharynx qui est aussi très rétréci. Deux diverticules latéraux représentent la trompe d'Eustache. Au-dessus et au-dessous de la bouche on trouve deux petits os médians, impairs et libres : ce sont les maxillaires. Le maxillaire supérieur est un os transversal de 8 millim. de long sur 1/2 de large, percé de deux petits orifices à ses extrémités et reposant directement sur la base du crâne. Le maxillaire inférieur est un peu plus volumineux que le supérieur : il s'appuie latéralement sur l'os hyoïde, à la base du crâne. Au-dessus du maxillaire supérieur, à égale distance entre les yeux et la bouche, se trouve une barre osseuse transversale qui se continue latéralement avec l'écaille du temporal. C'est une arcade zygomatique impaire formée par soudure des deux apophyses.

Elle est complètement soudée aux os de la base, excepté sur la ligne médiane où persiste une petite fente.

Je vais maintenant passer en revue les os de la base, en les examinant par leur face supérieure.

Immédiatement au-devant de l'apophyse basilaire, au niveau de la fosse pituitaire, on trouve, isolé dans l'épaisseur de la dure-mère, un petit os lenticulaire de 4 millimètres de long, et de chaque côté, entre lui et le rocher, deux autres petits osselets. Sur l'os médian, qui représente le corps du sphénoïde, repose un petit sac à parois molles, en continuité avec la paroi du pharynx par un cordon fibreux assez résistant. C'est sans doute un vestige du cul-de-sac hypophysaire du tube digestif.

Au-dessous de ces petits os isolés la cavité cranienne est fermée par une lame osseuse qui est soudée avec l'apophyse basilaire et latéralement avec les pariétaux et les temporaux. Elle est percée sur la ligne médiane, au niveau de l'arcade zygomatique, d'un trou arrondi par lequel passe le nerf maxillaire supérieur.

Elle représente donc, au moins en partie, les grandes ailes du sphénoïde soudées sur la ligne médiane.

Les rochers sont pairs : ils ne sont pas soudés à l'écaille du temporal.

L'ethmoïde et les cornets sont bien développés.

Les globes oculaires ne sont séparés en avant que par une languette de peau, mais ils sont complètement distincts, et ont chacun leurs muscles et leurs nerfs propres. Aucune particularité importante n'est à signaler.

Résumé et conclusions.

Comme l'a déjà montré M. Dareste, il existe chez l'embryon, entre les vésicules optiques et la vésicule cérébrale antérieure, une corrélation étroite, et les modifications qui surviennent dans l'une de ces parties retentissent nécessairement sur l'autre. Aussi, chez les cyclopes adultes, devait-on retrouver entre l'œil et le cerveau des rapports constants pour une même forme de cette monstruosité. C'est en effet à ce résultat que je suis arrivé par l'analyse des faits, et je crois pouvoir poser les conclusions suivantes :

1° Dans la *cyclopie incomplète*, c'est-à-dire quand il y a deux cristallins dans un seul globe, la vésicule des hémisphères s'est bien développée, mais, au lieu de se séparer en deux lobes symétriques par une constriction médiane, elle est restée, comme à l'état embryonnaire, impaire et médiane. D'où pas de corps calleux, pas de voûte à trois piliers, ni de commissure antérieure. Les ventricules latéraux ne sont pas séparés et forment une vaste poche communiquant par un large trou de Monro unique et médian avec le troisième ventricule. Les corps striés, réunis entre eux sur la ligne médiane, constituent la voûte du troisième ventricule. Ils ne sont pas soudés aux couches optiques et en les soulevant on voit l'artère opto-striée.

2° Dans la *cyclopie complète ou totale*, caractérisée par la pré-

sence d'un seul cristallin, la vésicule des hémisphères ne s'est pas développée; par contre, les autres parties de l'encéphale ont pris un accroissement plus grand.

Dans la première de ces formes de cyclopie, il persiste un vestige de l'appareil nasal plus ou moins développé, mais les nerfs olfactifs sont ou totalement absents ou tellement atrophiés qu'il n'est pas possible de reconnaître des filets nerveux dans les tractus conjonctifs qui les représentent.

Dans la deuxième forme, au contraire, il n'existe aucune trace de l'appareil nasal, pas plus du reste que d'hémisphères cérébraux.

On pourrait croire, d'après ce qui précède, que les parties annexes de l'œil, muscles et nerfs, sont aussi en relation avec la forme de la cyclopie et affectent avec elle des rapports constants. Il n'en est rien. Les faits anatomiques exposés dans la précédente étude montrent au contraire qu'il existe une grande variation dans la disposition des parties annexes. Si l'on en excepte la sclérotique, les membranes de l'œil ont elles-mêmes une structure bien différente suivant les cas. C'est ainsi que la rétine est tantôt presque normalement développée (enfant cyclope); tantôt elle a conservé une structure embryonnaire (chien); tantôt, au contraire, elle a subi une évolution régressive (mouton).

Les nerfs existent tous, mais les rapports qu'ils affectent entre eux et avec le globe sont très variables. Les muscles oculaires offrent des modifications corrélatives. Il suffit de comparer les figures 13, 14 et 15 pour voir la divergence qui existe entre elles.

Chez l'enfant cyclope (fig. 13), les nerfs moteurs oculaires communs et moteurs oculaires externes se soudent entre eux et forment au-dessous du corps du sphénoïde un chiasma d'aspect tout à fait particulier. Chez le chien, dont le degré de cyclopie ne s'éloigne pas beaucoup du précédent, les nerfs moteurs oculaires externes sont distincts et indépendants, et les oculaires communs ne sont réunis que par une faible anastomose. Les muscles ont aussi une disposition un peu différente.

Quant au cyclope mouton, il diffère complètement des précédents. Les moteurs oculaires communs se fusionnent avec la branche ophtalmique du trijumeau si intimement qu'il est impossible d'en distinguer les branches de distribution. Les pathétiques se réunissent en avant en un gros tronc médian qui fournit en

ayant de nombreux rameaux à un muscle transversal qui représente les grands obliques soudés. — Si l'on fait abstraction, chez l'enfant cyclope, du pathétique détruit par compression, je ne crois pas que ces changements de rapports puissent être rapportés à des troubles secondaires, mais qu'ils sont, au contraire, en relation étroite avec la cyclopie elle-même et engendrés par les mêmes causes.

Comme l'a démontré Balfour, les nerfs craniens sont en connexion avec les *cavités céphaliques* qui seraient paires et d'origine mésodermique. D'après des recherches que j'ai entreprises dans un autre but sur des embryons de Sélaciens [1], je puis, au contraire, affirmer que la première paire de cavités céphaliques, tout au moins, provient d'un bourgeonnement impair du cul-de-sac du pré-intestin antérieurement à l'invagination buccale, et que ce rudiment impair se bifurque en deux mamelons latéraux qui viennent se placer au-dessous des yeux. S'il en est ainsi chez les mammifères, il est dès lors facile de comprendre que les diverticules latéraux ne se sont pas développés et qu'alors les nerfs moteurs oculaires, très rapprochés, ont pu se souder en arrière de cette cavité céphalique unique et médiane. Quoi qu'il en soit, il est impossible, dès maintenant, de poser une loi générale qui explique les faits si dissemblables observés chez l'enfant et le mouton cyclope. Si l'on peut admettre, à la rigueur, que le degré de cyclopie (c'est-à-dire la présence d'un seul ou de deux cristallins), puisse être déterminé par une même cause mécanique, l'arrêt de développement et la compression de l'amnios par exemple, comme le veut M. Dareste, comment expliquer par cette même cause des différences aussi grandes dans les connexions nerveuses ? N'est-il pas légitime de conclure de la variété des effets à celle des causes? Et, je le répète, je n'ai trouvé aucune lésion secondaire pouvant rendre compte d'une si grande divergence dans les rapports anatomiques.

Sans vouloir nier absolument l'arrêt de développement de l'amnios comme cause de la cyclopie, je crois que le plus souvent cette monstruosité est sous l'influence d'états pathologiques, et que c'est surtout à des troubles de nutrition très précoces qu'il faut en rapporter l'origine, troubles de nutrition qui ont retenti non seule-

1. *Bulletin de la Société zool. de la France,* t. XIII, 1888

ment sur la vésicule cérébrale antérieure, mais encore sur les parties annexes et en particulier sur le cul-de-sac supérieur du tube digestif. L'ossification précoce du sphénoïde dans un cas, l'absence d'ossification dans l'autre sont sans doute dues à ces mêmes troubles de nutrition. Il me semble difficile d'admettre que ces lésions profondes sont sous la dépendance d'une compression de l'amnios, et, s'il en était ainsi, il resterait à expliquer pourquoi les effets de compression à peu près identiques pour le globe oculaire lui-même sont si différents pour les parties annexes. Je n'ai pas eu, il est vrai, entre les mains les enveloppes embryonnaires. Les renseignements recueillis sur le mouton cyclope semblent même plutôt favorables à l'idée d'une compression de l'amnios. Il en est de même des taches cicatricielles existant à la voûte du crâne du mouton cébocéphale, qui sont peut-être dues à des adhérences de l'amnios. Et cependant, dans ce dernier cas, le cerveau antérieur n'a subi aucune modification, les hémisphères, le corps calleux, la voûte à trois piliers, les ventricules, les commissures offrent une disposition absolument normale. Les modifications ont porté uniquement sur la partie postérieure de l'encéphale et sur le bulbe, et ont surtout le caractère de lésions atrophiques. L'appareil nasal, les lobes et les nerfs olfactifs sont aussi très bien développés. C'est là une disposition bien différente de celle décrite récemment par M. Dareste chez un poulain cébocéphale [1], et il me semble difficile de leur attribuer la même origine.

Pour soutenir la théorie qui me semble réunir les meilleurs arguments en sa faveur, je ne puis résister au désir de citer ici deux observations que j'ai faites sur deux jeunes embryons humains. Dans l'un, de 4 millimètres, l'amnios entoure complètement l'embryon avec lequel il n'est rattaché par aucune bride, tandis qu'il adhère au contraire à la vésicule ombilicale par des brides très peu résistantes, il est vrai. Il est certain que cette enveloppe n'exerçait aucune compression sur l'extrémité antérieure de la tête, comme j'ai pu m'en convaincre dans des examens répétés. Et cependant les vésicules cérébrales étaient manifestement atrophiées. Sur des coupes, j'ai constaté que leurs parois plissées et déformées avaient obturé toute lumière. La moelle présentait les mêmes caractères dans toute son étendue. Les autres organes ne présentent aucune lésion.

1. *Journal d'Anat. et de Physiol.*, 1885.

L'autre embryon, de 13 millimètres de long, était complètement rectiligne. Les yeux étaient très écartés et les vésicules cérébrales également absentes. Sur des coupes, les centres nerveux étaient tellement plissés, déformés, qu'ils étaient presque méconnaissables. Tandis que, dans le premier cas, je n'ai pu encore trouver la cause de la lésion, dans ce dernier, elle était visible à l'œil nu. En effet, le cordon ombilical n'était rattaché aux parois du chorion que par un pédicule très étroit, et une faible traction a suffi pour le détacher. Le chorion infiltré de sang était épais de plusieurs centimètres. L'embryon est exsangue et les lésions sont certainement dues à des troubles de nutrition occasionnés par une oblitération des vaisseaux du cordon.

La première de ces observations démontre qu'un système anatomique peut être atteint, chez l'embryon, de troubles de nutrition considérables sans que les autres systèmes en paraissent affectés au début. Pourquoi ne pas admettre alors des troubles nutritifs très localisés pouvant amener des déformations et des changements de rapports dans les organes, sans faire intervenir une force mécanique extérieure, comme, par exemple, la compression de l'amnios?

M. Dareste est un observateur trop consciencieux et un anatomiste trop habile pour que ses travaux n'aient pas exercé une grande influence sur mon opinion. Aussi ai-je longtemps hésité à mettre en doute ses conclusions, Cependant, pour expliquer les faits détaillés de cyclopie et de cébocéphalie exposés plus haut, il est difficile de s'en tenir à une cause purement mécanique comme la compression de l'amnios. C'est sans doute sous l'influence de divers processus pathologiques qu'ont pu se produire, chez l'embryon, des variations aussi grandes dans les dispositions que nous avons observées.

Les embryons monstrueux artificiels et naturels doivent donc être étudiés histologiquement avec le plus grand soin : c'est la seule vraie méthode pour arriver à découvrir la cause immédiate et l'origine exacte des déviations organiques : but vers lequel doivent être dirigés tous les efforts des tératologistes.

Est-ce à dire que l'étude anatomique des monstres complètement développés doive être négligée? Je me contenterai de rappeler les importantes conclusions physiologiques au point de vue du développement des nerfs et des muscles que M. Chauveau a tirées, il

y a longtemps déjà [1], de la dissection minutieuse d'un monstre double parasitaire hétéradelphe pour montrer l'utilité de pareilles recherches. Aussi je terminerai en résumant brièvement les principaux résultats de mon étude relatifs à des questions d'anatomie, de physiologie, d'embryologie.

I. Dans la *cyclopie incomplète*, celle qui est la plus fréquente, les hémisphères cérébraux ont conservé leur disposition embryonnaire primitive, celle d'une vésicule impaire communiquant largement avec la vésicule cérébrale antérieure. Toutes les autres formes sont produites par des troubles secondaires, le plus souvent l'hydropisie précoce de la vésicule antérieure.

II. La disposition du plexus choroïde, décrite chez le chien cyclope, confirme le fait embryologique de l'indépendance primitive du plexus choroïde des ventricules latéraux de celui du troisième ventricule.

III. La structure de la rétine du chien cyclope tendrait à prouver que, à l'état normal, la couche des fibres nerveuses est celle qui se développe une des premières.

IV. La soudure des nerfs moteurs oculaires entre eux, chez l'enfant cyclope, est en rapport intime avec l'arrêt de développement de la première cavité céphalique. Il en est de même de la fusion du moteur oculaire commun avec la branche ophtalmique, chez le mouton.

V. L'absence de corde du tympan et des branches linguales de l'hypoglosse et du glosso-pharyngien, l'atrophie de la racine motrice du trijumeau et du nerf maxillaire inférieur, chez le mouton cyclope otocéphale, se trouvent en parfaite harmonie avec la loi des connexions nerveuses.

VI. La présence, chez le chien cyclope, de rameaux sensibles du pathétique, corrobore la théorie de la nature mixte de la qua-

1. *Journal de la Physiologie*, t. VI.

trième paire, opinion que j'ai soutenue, en m'appuyant sur le mode d'origine de ses racines chez l'embryon humain.

VII. Dans l'otocéphalie, l'oreille interne n'a subi aucune modification; l'oreille externe seule a éprouvé des transformations en rapport avec l'atrophie des deux premiers arcs viscéraux.

Explication des planches III et IV.

Lettres communes à toutes les figures.

Hm. Hémisphères cérébraux.
Opt. Couches optiques.
Cbr. Cervelet.
Tq. Tubercules quadrijumeaux.
Pin. Glande pinéale.
Inf. Infundibulum.
Com. p. Commissure postérieure.
Pr. Protubérance annulaire.
Dr. e. Muscle droit externe.
Dr. s. Muscle droit supérieur.
Dr. i. Muscle droit inférieur.
Ob. Mus le grand oblique.
G Ganglion de Gasser.

I. Nerf olfactif.
II. Nerf optique.
III. Nerf moteur oculaire commun.
IV. Nerf pathétique.
V. Nerf trijumeau.
V°. Branche ophtalmique du trijumeau.
VI. Nerf moteur oculaire externe.
VII. Nerf facial.
VIII. Nerf auditif.
IX. Nerf glosso-pharyngien.
X. Nerf pneumogastrique.
XI. Nerf spinal.
XII. Nerf hypoglosse.

Fig. 1. — Tête de chien cyclope, réduite de moitié. *N,* Trompe relevée et appliquée contre le front; *c*, cristallin devenu opaque sous l'influence de l'alcool; au premier aspect on croirait à la présence de deux yeux très rapprochés, mais il n'y a en réalité qu'un seul globe, avec deux cristallins.

Fig. 2. — Encéphale du chien cyclope vu en dessus. Grandeur naturelle. *Hm,* hémisphères formés par un seul lobe avec une échancrure postérieure; *pin,* glande pinéale; *tb,* tubercules quadrijumeaux; *cb,* cervelet.

Fig. 3. — Le même, face inférieure. On voit, sur la ligne médiane du bulbe, l'artère basilaire fournissant en avant l'hexagone de Willis et une artère cérébrale antérieure; *ci,* carotide interne sectionnée.

Fig. 4. — Tête d'enfant cyclope, réduite de moitié environ. *N,* vestige de trompe.

Fig. 5. — Encéphale de l'enfant cyclope vu par la face supérieure et réduit de moitié; *vlm,* ventricules moyen et latéraux confondus; *opt,* couches optiques; *tq,* tubercules quadrijumeaux; entre les deux on voit l'orifice de l'aqueduc de Sylvius; *e, e*, pie-mère; *cb,* cervelet.

Fig. 6. — Le même, face inférieure, avec les artères et les nerfs.

Fig. 7. — Tête de mouton cyclope, réduite de plus de moitié. *B,* bouche entre les deux oreilles; *mx,* maxillaire inférieure très réduit.

Fig. 8. — Encéphale du mouton cyclope. Grandeur naturelle. Face supérieure. La glande pinéale a été enlevée avec la pie-mère; *com p,* commissure postérieure; *opt,* couches optiques.

Fig. 9. — Le même. Face inférieure pour montrer la disposition des nerfs; *ol,* olives; *pr,* pont de Varole.

Fig. 10. — Tête de mouton cébocéphale, réduite de moitié. *N,* nez très bien développé; *B,* bouche; *a,* empreinte annulaire sans doute produite par compression.

Fig. 11. — Encéphale du mouton cébocéphale, réduit de moitié. Face supérieure. *Hm,* hémisphère; *x,* commissure anormale réunissant les lobes postérieurs des hémisphères.

Fig. 12. — Le même. Face inférieure montrant la disposition des nerfs.

Pl. II.

Fig. 13. — Enfant cyclope. Muscles et nerfs de l'œil disséqués par la face supérieure. *Ch*, chiasma formé par les nerfs de la 3e et de la 6e paire; *ci*, carotide interne; *ob*, muscle grand oblique (?); *dr s*, droit supérieur; *dr e*, muscle droit externe; *sp*, corps du sphénoïde coupé.

Fig. 14. — Mouton cyclope. Muscles de l'œil et nerfs craniens; *fr*, os frontal; *als*, petite aile du sphénoïde; *sp p*, sphénoïde postérieur; *lig*, point d'attache du ligament dentelé de la moelle; *h*, tronc commun des deux nerfs pathétiques; *ob*, muscle grand oblique disposé comme une sangle en avant de l'œil; *ms*, nerf maxillaire supérieur; *mi*, nerf maxillaire inférieur; *pet*, grand nerf pétreux.

Fig. 15. — Chien cyclope. Base du crâne avec les nerfs et les muscles de l'œil. *N*, capsule cartilagineuse avec deux petits orifices représentant les narines; *na*, branche nasale de l'ophtalmique; *ob*, muscle grand oblique; *r*, releveur de la paupière; *dr e*, muscle droit externe; *go*, ganglion ophtalmique.

Fig. 16. — Encéphale du chien cyclope vu de côté. La calotte des hémisphères a été enlevée et la partie postérieure a été relevée en avant pour montrer le corps strié et l'artère optostriée; *inf*, infundibulum.

Fig. 17. — Le même, vu par la face supérieure, la calotte des hémisphères enlevée; *vl*, ventricules latéraux; *pl ch*, plexus choroïdes; *c str*, corps strié; *com p*, commissure postérieure; *pin*, pédoncules de la glande pinéale coupés.

Fig. 18. — OEil du chien cyclope, vu par la face inférieure; *dr e*, muscle droit externe; *dr i m*, droit inférieur; *ob i m*, oblique inférieur; *y*, *m*, choanoïde; *x*, portions paires du muscle inférieur (?)

Fig. 19. — Coupe de la rétine du chien cyclope; *fn*, couche des fibres nerveuses; *lim e*, limitante externe, entre les deux une couche de cellules embryonnaires non encore différenciées.

Fig. 20. — Coupe de la rétine de l'enfant cyclope; *lim i*, limitante interne; *fn*, couche des fibres nerveuses; *gri*, couche granuleuse interne; *m*, couche des cellules multipolaires; *ni*, couche des noyaux internes; *gre*, couche granuleuse externe; *ne*, couche des noyaux externes, *lim e*, limitante externe; *fm*, fibres de Müller.

Fig. 21. — Face antérieure de la tête du mouton cyclope. *H*, os hyoïde; *thy*, portion paire et impaire de la glande thyroïde; *orb*, muscle orbiculaire des paupières; *ms*, rameau palatin du nerf maxillaire supérieur; *mx*, os maxillaire inférieur; *v*, voile du palais; *ca*, artère carotide; *réc*, nerf récurrent.

OBSERVATIONS ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES

SUR LES

GLYCIPHAGUS CURSOR ET SPINIPES

Par P. MÉGNIN.

Les Glyciphages qui font l'objet de cette note sont des Acariens de la famille des Sarcoptidés, que j'ai classés dans ma tribu des *Détriticoles* parce qu'on les rencontre à peu près exclusivement sur des matières animales ou végétales en voie de décomposition lente et sèche, comme les herbiers, les oiseaux empaillés, les pièces anatomiques, les cadavres momifiés, les conserves alimentaires, les fruits desséchés et sucrés, les confitures, etc.

Ils ont été longtemps confondus avec les Tyroglyphes sous le nom d'*Acarus domesticus*, *Acarus destructor*, etc., et c'est Héring, professeur vétérinaire à Stuttgard, qui les a distingués le premier et les a nommés Glyciphagus, parce qu'il les avait rencontrés sur des pruneaux secs couverts d'une efflorescence sucrée et sur de la confiture desséchée. Il avait très bien remarqué que ces Acariens ont les poils barbelés, tandis que les Tyroglyphes ont les poils lisses. Ils s'en distinguent encore par d'autres caractères : ainsi, ils ne présentent pas le sillon transversal qui sépare le céphalo-thorax de l'abdomen chez les Tyroglyphes; ils n'ont pas les ventouses copulatrices que présentent les mâles de ces derniers, et, au lieu de pattes robustes comme ceux-ci, ils ont des pattes grêles dont le tarse est très allongé et conique; la femelle présente, de plus, à l'extrémité de l'abdomen, un petit prolongement cylindrique que ne possède pas la femelle chez les Tyroglyphes.

La meilleure étude anatomique qui a été faite des deux espèces de Glyciphages en question est due à la collaboration de notre regretté maître, Charles Robin, avec le Dr Fumouze; elle a été publiée dans le fascicule n° 5, de novembre et décembre 1867, du *Journal de l'anatomie*, et est accompagnée d'une planche gravée représentant, très grossi, le *Glyciphagus spinipes*, nouvelle espèce

trouvée par M. Fumouze en compagnie du *Glyciphagus cursor* de Paul Gervais, et en abondance dans de la vieille poudre de cantharide.

Dans cette étude très complète, ces auteurs considèrent les Acariens de ce groupe et même de toute la famille des Sarcoptidés, comme n'ayant pas d'organes respiratoires, cette fonction s'opérant par le tégument cutané. Dans nos recherches particulières, nous avons fait, depuis, de nombreuses observations qui nous permettent de rectifier cette assertion qui exprime l'opinion ayant cours chez tous les aptérologistes : ainsi, chez certains Acariens psoriques, chez les Symbiotes et chez les Sarcoptes, nous avons trouvé des stigmates bien caractérisés; chez les premiers, ces stigmates existent à la base de la première paire de pattes comme chez certains Trombidions. En cherchant au même endroit chez les Glyciphages, nous avons aussi trouvé des stigmates qui se présentent sous forme d'une fente allongée, bordée de lèvres épaisses et protégée par un poil court et plumeux (fig. J).

Dans leur étude sur les Glyciphages, MM. Fumouze et Robin se demandent ce que signifie le petit tube cylindrique que toutes les femelles de Glyciphages portent à l'extrémité de l'abdomen, dès l'instant que l'organe génital est sous le thorax et l'anus en avant de ce tube. En examinant de nombreuses femelles de Glyciphages ovigères et non ovigères, nous avons fini par découvrir le rôle de cet organe : c'est bien un organe génital, mais qui sert exclusivement à la copulation; avant cet acte, il est ouvert à l'extrémité et communique avec l'extérieur, et il s'ouvre dans une poche sphérique, à intérieur muni de plis hélicoïdaux et qui est un véritable réservoir spermatique ou corps utérin communiquant avec les deux cornes utérines qui s'y insèrent de chaque côté. Après la copulation, l'ouverture extérieure du tube cylindrique s'oblitère, les œufs se développent dans les cornes et ils sont pondus ensuite par l'organe génital sous-thoracique qui ne sert qu'à cet usage, comme nous l'avons constaté chez un grand nombre d'espèces acariennes, entre autres chez toutes celles des familles des Oribatidés et des Sarcoptidés, chez lesquelles la copulation se fait toujours par la fente anale. Les Glyciphages sont les premiers Acariens chez lesquels nous constatons un organe spécial de copulation; il est l'analogue sous ce rapport, mais sous ce rapport seulement, de l'oviscapte de certaines femelles de Diptères (fig. A et B).

A la suite de la découverte que nous avons faite, il y a quelques années [1], de la curieuse métamorphose hypopiale que présentent les diverses espèces de Tyroglyphes et celles de quelques genres voisins, nous avons cherché si les Glyciphages ne la présentaient pas aussi ; mais nos recherches ont été vaines. Seulement nous avons été témoin d'un phénomène tout aussi curieux, qui montre combien la nature est prodigue de procédés variés quand il s'agit de la conservation d'espèces aussi infimes.

On se rappelle que c'est au moment des fortes disettes, et lorsque toute une colonie de Tyroglyphes est sur le point de périr que les nymphes octopodes subissent la transformation hypopiale qui leur donne le moyen de s'attacher aux mouches ou à tout autre animal qui passe à leur portée, et de fuir un lieu de désolation tout en se mettant à la recherche d'un lieu propice à l'établissement d'une nouvelle colonie.

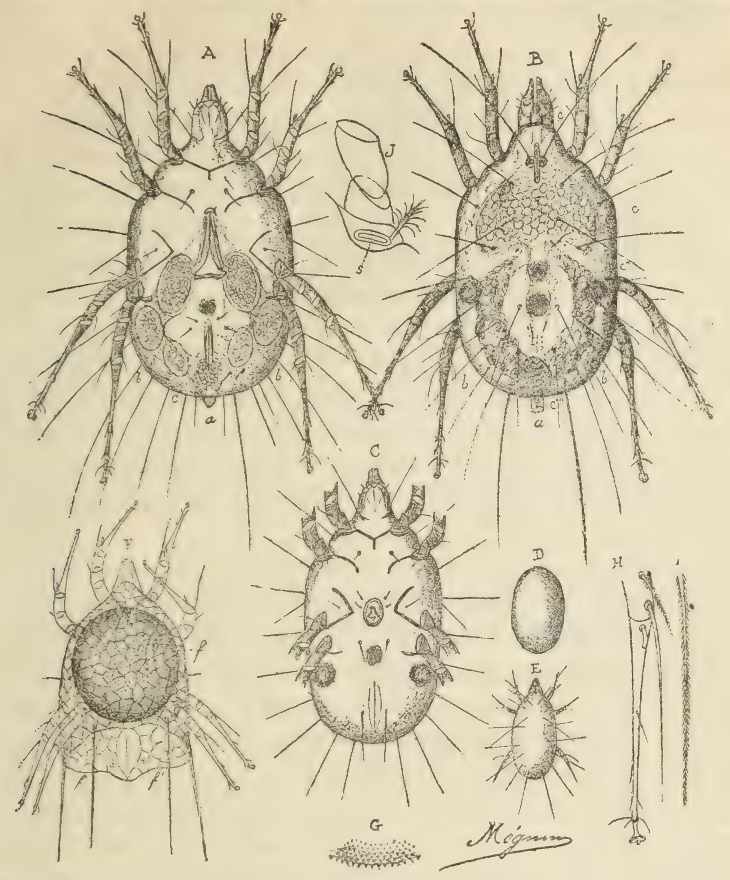
Dans les mêmes circonstances, les Glyciphages présentent le phénomène suivant : dans l'Acarien inerte et comme mort, une liquéfaction sarcodique de tous les organes contenus dans les membres et dans le tronc s'opère comme dans la mue ; cette substance gélatiniforme se réunit dans la cavité du corps sous forme d'une masse sphérique ; cette masse s'entoure d'une cuticule et même d'une coque cloisonnée et revêt alors la forme d'un kyste assez analogue à celui que M. Z. Gerbe a étudié chez certains infusoires ciliés (les Colpodes) et qui se produit aussi, lorsque la mare dans laquelle vivent ces infusoires microscopiques vient à se dessécher ; seulement ici le kyste est dans l'intérieur du squelette chitineux vide [2], tandis que l'enveloppe kystique est extérieure chez les infusoires, et les enveloppe ordinairement au nombre de deux.

Le kyste glyciphagien, comme celui des infusoires, reste inerte tant que les conditions qui lui ont donné naissance persistent, et c'est alors un grain de poussière soutenu par l'enveloppe du corps où il s'est formé, comme par le parachute de certaines graines végétales, et il peut être porté au loin selon le caprice des vents, ou rester en place et jouissant d'une vie latente pendant des mois et même des années (fig. F).

1. *Journal d'Anatomie et de Physiologie,* 1873 à 1874.

2. Ce squelette vide montre d'une manière évidente que le tégument de ces ovariens est constitué par des cellules pavimenteuses assemblées bord à bord. Ce fait n'avait pas encore été constaté.

Si le kyste en question vient à être transporté par le vent et à se trouver de nouveau dans le milieu favorable à la vie active du Glyciphage, où sont accumulées des matières alimentaires dont il puisse



Glyciphagus cursor (P. Gervais) grossi. A, femelle ovigère vue par la face ventrale; B, la même vue par la face dorsale; C, le mâle; D, œuf; E, larve hexapode; F, kyste glyciphagien de conservation; G, portion de peau très grossie montrant son aspect régulièrement granuleux ou mieux papilleux; H, une patte antérieure grossie; I, un poil très grossi montrant sa constitution plumeuse; J, stigmate titré à la base de la première paire de pattes.

profiter, il se passe dans l'intérieur du kyste des phénomènes de segmentation et de bourgeonnement très rapides, et un nouveau Glyciphage sort de son intérieur. Comme le même phénomène se passe dans plusieurs kystes voisins, on voit les Glyciphages sortir de tous côtés et une nouvelle colonie est vite constituée [1]. Ces Aca-

1. Au moment de mettre sous presse nous apprenons, par un mémoire de M. A.-P.

riens deviennent en peu de temps quelquefois si nombreux que ce phénomène étonne justement les personnes qui en sont témoins et qui, non prévenues, ont forcément une tendance à croire à leur génération spontanée.

C'est ce qui est arrivé il a quelque temps dans les ateliers de confection de produits alimentaires de la Société hygiénique française : « L'atelier de préparation de la poudre de viande, nous « écrivait le directeur de cet établissement, a été envahi en cinq « ou six jours par des nuées de cet Acarien, au point que le sol en « était jonché, et ce n'est pas par milliers, mais par milliards qu'on « pouvait évaluer le nombre de ces aptères. Dans cet atelier on pul- « vérise de 80 à 100 kilogrammes de viande desséchée, mais puri- « fiée par l'alcool à 95°, de telle sorte que cette viande ne contient « aucun ferment, ni aucun germe d'être organisé; mais la pulvéri- « sation établit une poussière constante dans l'atelier, poussière qui « va se loger partout, et, entre autres, sous les tuiles du toit. — « Avant que nous ayons établi notre fabrication dans ce lieu, il « servait, avant, à un dépôt d'os, appartenant à un fabricant de « boutons. »

Ce dernier détail donne la clef de l'énigme concernant l'apparition soudaine et en quantité incalculable des Glyciphages dans ce lieu. Les os, plus ou moins frais, sont très recherchés par les Glyciphages, qui vivent des matières azotées ou grasses suintant des os. Lors de la cessation de l'industrie des boutons d'os, les Glyciphages, privés de nourriture, se sont enkystés. Lorsque, quelques années après, la poudre de viande est venue mettre à leur portée une nouvelle et abondante provision de matière alimentaire, les Glyciphages sont sortis par milliers de leurs kystes et se sont mis à pulluler, d'autant plus activement que la poudre de viande était plus abondante. Ainsi s'explique l'apparition inopinée de myriades de Glyciphages dans l'atelier en question. Nous avons observé un fait analogue dans une grande manufacture de brosserie, à Beauvais; ici, c'était le magasin de crins et de soies de porc qui avait été envahi par la même espèce acarienne.

Michel, publié dans le *Linnean Society's Journal*, que cet observateur a vu, dans certaines circonstances, une nymphe hypopiale d'une forme particulière sortir de kystes glyciphagiens. Ces circonstances doivent être très rares; nous allons les rechercher et contrôler le fait. — P. M.

ANALYSES ET COMPTES RENDUS

LES DERNIÈRES EXPÉRIENCES DE M. CHAUVEAU [1]

Quand on suit les évolutions diverses qui se sont produites depuis ces derniers temps dans les doctrines médicales issues des travaux de M. Pasteur, on constate aisément que plus les faits se précisent, moins la spécificité des diverses sortes de microbes pathogènes s'affirme, plus il semble qu'on soit porté vers cette notion contraire que les maladies attribuées aujourd'hui à ces microbes en sont au fond indépendantes et que ceux-ci n'agissent en définitive que comme agents de transport et de transmission, si même il ne faut pas se préparer dès maintenant à une évolution plus complète dans le sens des idées autrefois défendues par Ch. Robin.

Il semble toutefois au premier abord que les nouvelles et importantes expériences de M. Chauveau soient confirmatives d'une véritable spécificité pathogène du Bacillus anthracis. Alors qu'on pouvait le croire dénué par des cultures successives de toute action sur l'organisme, M. Chauveau montre qu'on peut encore mettre celle-ci en évidence par la qualité vaccinale des cultures conduites à un état d'atténuation qui ne permet plus de les considérer comme pathogènes. Il convient d'ajouter que, pour obtenir ce résultat, M. Chauveau a dû employer des doses véritablement massives de ces cultures atténuées.

Mais, même ce point acquis, on peut se demander si, en poussant encore plus loin l'atténuation, on n'arriverait pas à supprimer jusqu'à ce pouvoir vaccinal ; si on n'arrivera pas à obtenir par culture longtemps prolongée un Bacillus anthracis aussi complètement inoffensif que les innombrables bacilles morphologiquement identiques qui existent dans une infinité de milieux autour de nous. Si ce résultat était jamais atteint, et rien ne prouve qu'il ne puisse l'être, il faudrait renoncer à défendre l'idée d'une spécificité pathogénique quelconque de certains saprophytes, et les regarder simplement, ainsi que nous le disions, comme des agents de transmission — dans des conditions d'ailleurs à déterminer — d'un état moléculaire spécial de la substance organisée, celui-là même que Ch. Robin désignait sous le nom d'état virulent, et dont l'existence demeure encore aujourd'hui la seule hypothèse rationnelle pour expliquer la transmission des maladies essentiellement contagieuses, comme la rage, la syphilis ou la péripneumonie des bêtes à cornes, dans

1. *Sur les propriétés vaccinales de microbes ci-devant pathogènes transformés en microbes simplement saprogènes destitués de toutes propriétés virulentes.* (*Comptes rendus Acad. des Sciences*, 18 fév. 1889.) — *Les microbes ci-devant pathogènes, n'ayant conservé en apparence que la propriété de végéter en dehors des milieux vivants, peuvent-ils récupérer leurs propriétés infectieuses primitives?* (*Ibid.*, 25 fév. 1889.)

lesquelles les plus ardentes recherches n'ont pu jusqu'à ce jour mettre en lumière l'existence d'aucun saprophyte.

Nous ajouterons que dans l'hypothèse de l'état virulent le phénomène communément désigné sous le nom de « vaccination » s'explique plus aisément que dans l'hypothèse des saprophytes spécifiques, par laquelle on est sans cesse conduit à de nouvelles difficultés. — M. Chauveau, le premier supposa que la propriété vaccinale pouvait résulter de l'existence d'une substance spéciale produite (?) par le saprophyte et indépendante du poison infectant. Dans les cultures atténuantes, devenues simplement vaccinales, le saprophyte aurait perdu la propriété de produire la substance infectieuse en conservant à peu près intact le pouvoir d'engendrer la matière vaccinale. Aujourd'hui M. Chauveau abandonne cette hypothèse contre laquelle s'élève une objection grave, ce fait : « qu'il est possible « d'obtenir avec certains microbes pathogènes doués de toute leur virulence, « mais inoculés en très petite quantité, les mêmes effets bénins au point de « vue infectieux, très actifs au point de vue vaccinal, qu'avec les mêmes « microbes préalablement atténués. » L'effet produit dépendrait donc uniquement de la quantité de *substance pathogène*, c'est-à-dire en d'autres termes de *microbes pathogènes* introduits dans l'économie. Mais alors nous voici bien loin de la notion de la propagation du charbon, de la phtisie, du choléra, de la fièvre typhoïde par le fait d'un seul bacille pathogène, comme on l'avait prétendu au début, trouvant dans l'économie son milieu naturel, par suite favorable à son développement, et produisant par sa propagation même les accidents les plus graves.

Comme dernière étape de ses belles recherches, M. Chauveau, partant d'expériences d'un de ses élèves, M. Rodet, nous montre aujourd'hui qu'*en ajoutant du sang à des bouillons de culture pauvres*, on arrive à réaliser la revivification de la virulence du Bacillus anthracis devenu indifférent, et il conclut que « ces métamorphoses ne sont que l'extension d'un cas général « bien connu des botanistes, à savoir que les conditions de culture peuvent « modifier non seulement la forme, mais encore et surtout les fonctions des « végétaux ». Nous nous bornerons à faire remarquer, d'après les graphiques mêmes par lesquels M. Chauveau essaye de traduire le résultat de ses expériences, que l'aptitude prolifique des saprophytes en question n'est que très peu modifiée par les cultures qui modifient si profondément les propriétés physiologiques. Le phénomène est par ce côté plus complexe qu'il ne le paraît d'abord et peut-être conviendrait-il, avant d'établir définitivement un parallélisme complet avec les phénomènes connus de la végétation ordinaire, de bien préciser dans quels rapports telles ou telles propriétés physiologiques des végétaux, auxquelles il est fait ici allusion, sont corrélatives ou exclusives de l'aptitude prolifique.

G. P.

Le Propriétaire-Gérant :

Félix ALCAN.

Coulommiers. — Imp. P. Brodard et Gallois

ANATOMIE DES ORGANES GÉNITO-URINAIRES

D'UN CHIEN HYPOSPADE

Par Ed. RETTERER et G.-H. ROGER.

(Planche V).

Nous donnons ici la description des organes génito-urinaires d'un chien adulte, présentant un remarquable exemple d'hypospadias périnéal. C'était un chien de forte taille, qu'on avait amené de la fourrière : il était destiné à des recherches de physiologie expérimentale ; mais il était d'un accès si peu commode qu'on a dû renoncer à s'en servir. La personne qui lui apportait à manger ayant été mordue à diverses reprises, nous avons été obligés de sacrifier l'animal, sans avoir pu établir comment il se serait comporté vis-à-vis des femelles en rut.

Grâce aux dessins qui sont joints à ce mémoire et que nous devons au talent de M. Home [1], le lecteur pourra se rendre un compte exact de l'aspect extérieur des organes génitaux externes et suivre aisément la description que nous allons en donner.

I. — Conformation extérieure.

La figure I (Pl. V) représente la région inférieure des parois abdominales; on y voit les bourses, une surface muqueuse et la face antérieure de la portion libre des corps caverneux. La longueur de celle-ci est de 4 centimètres, la base est large de 1 cent. 5, le sommet est conique. Au-devant d'elle s'étend une surface qua-

1. Nous adressons tous nos remerciements à notre ami Home. Nous avons résumé les faits contenus dans ce mémoire dans deux notes communiquées à la Société de Biologie (12 novembre 1887 et 23 juin 1888). Nous avons présenté en même temps deux moulages qu'a bien voulu faire M. Chudzinski, bien connu pour son habileté en cette matière. Les moulages sont restés au musée de l'École d'anthropologie (musée Broca).

drilatère dont la longueur est de 9 centimètres et la largeur de 2 cent. 5.

La portion libre des corps caverneux et la surface quadrilatère située au-devant d'elle avaient, à l'état vivant, une couleur rosée, semblable à celle que présentent le bout du pénis et la face interne du fourreau de la verge sur les chiens normaux.

Comme le montre bien le dessin 1, la surface quadrilatère, rosée, dépourvue de poils, se continue sur les côtés et en avant, par un rebord brusque, avec la peau velue de l'abdomen. La partie antérieure de cette surface offre un bouquet de poils semblable à celui qu'on voit sur le fourreau de la verge d'un chien normal. En réclinant ce bout en arrière, on constate qu'il est libre sur une longueur de 3 centimètres et que sa partie supérieure ou dorsale est garnie de poils sur toute cette étendue.

En arrière, la base de cette surface quadrilatère se continue directement, sans ligne de transition, avec la muqueuse de la base de la portion libre des corps caverneux.

La figure indique une particularité sur laquelle nous croyons devoir insister : c'est que les bords de cette surface quadrilatère s'accusent de plus en plus à mesure qu'ils approchent de la portion libre des corps caverneux; parvenus au niveau de celle-ci, ils s'étalent en embrassant la base de cette portion libre. Cependant ils n'arrivent pas au contact du côté postérieur de cette base, où (fig. 2) ils restent séparés par la terminaison de la gouttière périnéale. En rabattant le bout libre des corps caverneux et en rapprochant par-dessous les extrémités postérieures des bords de la surface quadrilatère, on obtient l'aspect que présenterait, sur un chien normal, le fourreau de la verge, si on l'avait incisé sur sa face inférieure et qu'on en eût légèrement écarté les deux moitiés.

La figure I montre que cette surface quadrilatère est sillonnée par plusieurs plis longitudinaux ; l'un deux, plus profond, occupe la ligne médiane; son sommet forme un diverticule qui s'enfonce sous la face de la portion libre du pénis et simule l'orifice de l'urèthre. Mais ce n'est là qu'une apparence, car l'examen prouve que le fond du diverticule figure un trou aveugle.

Le dessin 2 (pl. V) représente le périnée limité, en avant par les bourses et par le bout libre des corps caverneux, et, en arrière, par l'orifice anal à plis rayonnés. Comme le montre le dessin, le

périnée a une étendue notable; il mesure 7 cent. 5, depuis l'orifice anal jusqu'à la base du bout libre des corps caverneux.

L'orifice de l'urèthre s'ouvre à 7 millimètres en avant de l'orifice anal, qui en est séparé par un pont membraneux, isolant complètement l'ouverture des voies rectales, de celle des voies génito-urinaires. L'orifice uréthral n'est pas arrondi, étant limité en arrière par un repli concave et semi-lunaire (fig. 2). A partir de l'orifice uréthral le périnée est parcouru sur la ligne médiane par une rainure d'apparence muqueuse, profonde de 3 millimètres et large de 5 millimètres en moyenne. Celle-ci est bordée de chaque côté par une saillie cutanée, totalement dépourvue de poils.

La rainure ou gouttière périnéale cesse au niveau de la base de la portion libre des corps caverneux, tandis que les deux saillies qui la bordent divergent à cet endroit, vont contourner cette sorte de pénis et se continuent avec les bords de la surface quadrilatère ci-dessus décrite (fourreau).

Le périnée est limité en avant et sur la ligne médiane par la base de la portion libre des corps caverneux ; un peu plus en arrière et latéralement, on voit deux poches contenant chacune un testicule; elles font une saillie un peu moins prononcée que sur les chiens bien conformés et sont séparées l'une de l'autre par la gouttière périnéale et ses deux bandes bordantes. En raison du peu de profondeur de cette gouttière, du peu de développement de ses bords , ces parties ne rappellent nullement la vulve de la femelle, avec laquelle elles n'ont aucune ressemblance apparente ni réelle.

La portion libre des corps caverneux est pendante, c'est-à-dire perpendiculaire à la face ventrale du corps; elle atteint, nous le répétons, une longueur de 4 centimètres. Elle a la forme d'un cône dont le sommet répond au bout libre. L'injection vasculaire que nous avons pratiquée après avoir sacrifié l'animal, nous a permis de constater qu'elle pouvait s'injecter d'une notable quantité de gélatine et prendre la forme d'un gland en érection, que sa base notamment présentait un renflement érectile analogue au renflement postérieur qui existe sur le corps caverneux des chiens normaux. Il était facile de s'assurer par le toucher que l'extrémité libre des corps caverneux était pourvue, sur toute son étendue, d'un os pénien se prolongeant jusqu'au bout distal.

II. — Structure des organes génito-urinaires.

La dissection établit que les corps caverneux prennent naissance de chaque côté par une racine qui est fixée sur les branches ischio-pubiennes, de la même façon que sur le chien normal. Elles se rejoignent de bonne heure et se trouvent situées, comme le montre la figure 1 dans le texte, au-dessus des deux bandelettes (*bp*) qui limitent de part et d'autre la gouttière périnéale. Plus loin au-devant de la symphyse du pubis, elles ne sont plus accompagnées des saillies du périnée et deviennent libres pour constituer une sorte de pénis. Les corps caverneux (*ca*) ont un diamètre antéro-

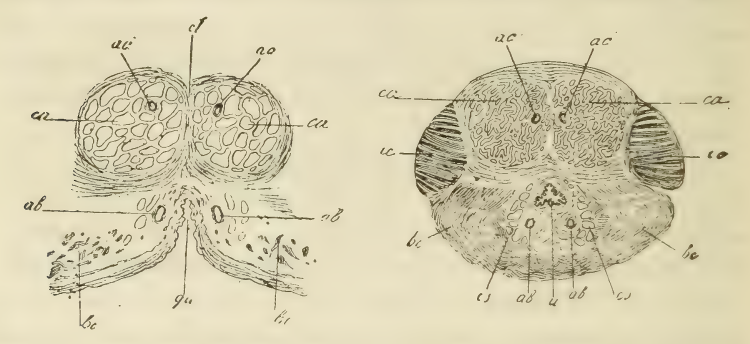


Fig. 1. — *Coupe transversale de la région périnéale du chien hypospade. ca,* corps caverneux; *cl,* cloison médiane; *ac,* artères caverneuses; *cs,* corps spongieux; *ab,* artères bulbo-uréthrales; *bc,* faisceaux striés du bulbo-caverneux; *gu,* gouttière uréthro-périnéale.
Fig. 2. — *Coupe de la base de la verge d'un chien normal. ca,* corps caverneux; *ic,* muscle ischio-caverneux; *cs,* corps spongieux; *u,* canal de l'urèthre; *ab,* artères bulbo-uréthrales; *bc,* muscle bulbo-caverneux.

postérieur de 1 centimètre et un diamètre transverse de 1 cent. 5. Ils sont entourés d'une enveloppe ou gaine fibreuse de 1 millimètre d'épaisseur en moyenne. Sur la ligne médiane, on voit s'en détacher supérieurement et inférieurement une cloison (*cl*) épaisse de 0 mm. 5 à 0 mm. 8; la face interne de la gaine fibreuse donne elle-même naissance à une série de lames fibreuses qui se portent en rayonnant vers la cloison médiane et circonscrivent des champs irréguliers renfermant chacun des vaisseaux dilatés et du tissu adipeux. Sauf une mince tunique musculeuse autour de quelques-uns de ces vaisseaux, le tissu caverneux n'est composé que de trabécules conjonctives dont la plupart des éléments se sont chargés de graisse.

Les corps caverneux sont pourvus chacun d'une artère (*ac*) d'un

calibre de 0 mm. 4 à parois musculeuses ; comme chez le chien normal, ces artères sont situées de chaque côté de la cloison des corps caverneux.

En arrivant près de l'os, on voit que chaque corps caverneux s'ossifie séparément et reste uni à celui de l'autre côté par le prolongement de la cloison médiane. Chaque corps caverneux ossifié figure, sur une section transversale, un croissant à extrémités mousses, dont la convexité est *inférieure* et la cavité *supérieure*. Dans la gouttière qui résulte de l'adossement de ces deux demi-lunes (fig. 3 *os*), se trouve le *renflement érectile postérieur* (*rf*). Ce dernier, après injection préalable du système vasculaire, a un diamètre vertical de 4 millimètres et un diamètre transversal de

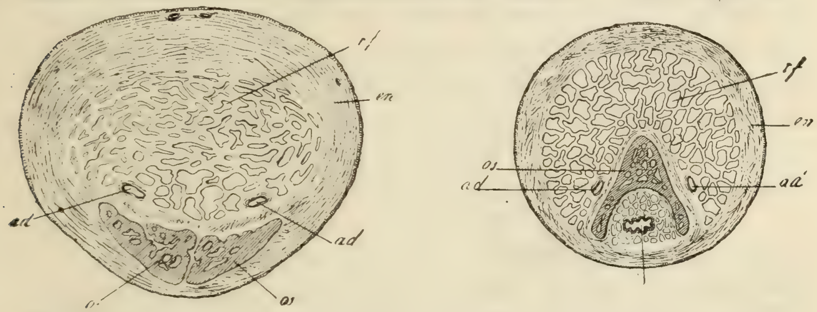


Fig. 3. — *Coupe transversale de la base de la portion libre des corps caverneux du chien hypospade ; en,* enveloppe fibreuse. *os,* os pénien ; *ad,* artères dorsales du pénis ; *rf,* renflement érectile postérieur.

Fig. 4. — *Coupe de la verge d'un chien normal au niveau du renflement postérieur.* Les lettres ont la même signification que dans la figure 3 ; *u,* urèthre ; *cp,* corps spongieux.

6 millimètres. Les aréoles qui s'y trouvent sont énormes et atteignent des dimensions de 1 à 2 millimètres. Elles sont limitées par des trabécules fibreuses qui ne sont pas infiltrées de graisse.

En avant du renflement postérieur, les deux corps caverneux se rapprochent de plus en plus, de sorte qu'ils se fusionnent plus ou moins ; en effet, ils sont réunis par la substance osseuse dans leur moitié supérieure, tandis que la cloison fibreuse occupe encore la moitié inférieure. La largueur de l'os impair est ici de 6 millimètres en moyenne et sa hauteur de 3 millimètres. Vers l'extrémité du gland, l'os se termine par une tigelle fibreuse, qui reçoit quelques fins vaisseaux, et qui atteint une longueur de 6 millimètres.

Le tissu spongieux du gland est constitué comme celui du chien normal : il est revêtu par un chorion riche en papilles saillantes, telles qu'on les voit sur un gland ordinaire. Notons cependant que

l'absence du canal de l'urèthre entraîne des différences notables, quand on examine une coupe transversale. Sur un chien normal (fig. 6), la gaine érectile (*cp*) qui enveloppe le canal de l'urèthre est entourée, ainsi que l'os pénien (*os*), par un manchon également érectile (*ae*), propre au gland et dont les aréoles sont desservies par le sang des artères dorsales de la verge. Ce n'est qu'au bout libre du pénis que ces deux tissus érectiles communiquent largement l'un avec l'autre. La figure 6 montre mieux que toute description les rapports de ces deux portions érectiles. Sur l'hypospade (fig. 5), le gland possède les trois quarts supérieurs du manchon érectile (*ae*) avec les terminaisons des artères dorsales (*ad*); les aréoles sont larges et tout aussi développées que

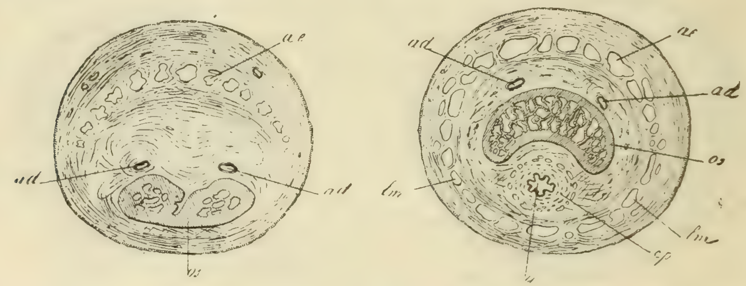


Fig. 5. — *Coupe transversale passant près du bout terminal des corps caverneux du chien hypospade. os*, os pénien; *ad*, artères dorsales du pénis; *ae*, demi-anneau érectile dont les extrémités inférieures ne dépassent pas la moitié supérieure du bout des corps caverneux.
Fig. 6. — *Coupe transversale du gland d'un chien normal.* Les lettres ont la même signification que dans la figure 5; *ae*, anneau érectile qui de chaque côté se réfléchit en lui pour former en bas un anneau complet; *u*, canal de l'urèthre; *cp*, corps spongieux.

sur le chien normal, mais elles n'existent pas au-dessous de l'os du pénis; en d'autres termes, le quart inférieur du manchon fait défaut en raison de l'absence du canal de l'urèthre. Les parties latérales du gland ont, pour ainsi dire, oublié de se replier inférieurement, puisque le canal de l'urèthre n'est pas parvenu jusque-là dans son évolution.

Ces faits nous expliquent comment l'extrémité libre des corps caverneux n'est pas arrivée à atteindre les dimensions qu'acquiert le pénis sur le chien normal, de même qu'ils nous font comprendre que l'os des corps caverneux soit resté plus petit; mais, sauf le volume de ces parties, la texture est la même. La forme de l'os, est cependant toute différente : en effet, sur le chien normal (fig. 4, *os*), l'os pénien constitue une gouttière à concavité inférieure, embrassant le corps spongieux et le canal de l'urèthre; sur notre hypo-

spade, il a également la configuration d'une gouttière, mais la concavité de celle-ci est tournée en haut, et loge le renflement érectile postérieur et dorsal. Cette différence de forme nous semble tenir à la même cause que nous avons invoquée plus haut pour expliquer le manque de l'anneau érectile complet du gland : les parties latérales des corps caverneux ne se sont pas repliées inférieurement pour embrasser le canal de l'urèthre qui manque. Aussi, les rapports des artères dorsales paraissent-ils changés de prime abord. Sur le chien normal, les artères dorsales (fig. 4 *ad*) longent de chaque côté la portion externe et convexe du corps caverneux d'abord, de l'os pénien ensuite. Sur l'hypospade, elles ont, à la base des corps caverneux, les mêmes connexions; mais dès qu'elles ont atteint l'os, les artères dorsales, dont le calibre est de 0 mm. 7, et la paroi musculeuse épaisse de 0 mm. 144, cheminent à une certaine distance de la ligne médiane, dans la gouttière de l'os des corps caverneux (fig. 3). Elles restent toujours placées du côté supérieur et dorsal de l'os, mais elles ne sont plus superficielles, puisque les cornes de l'os caverneux les embrassent de chaque côté.

La *gouttière périnéale* ou mieux *uréthro-périnéale* (fig. 1, *gu*) a une profondeur de 3 millimètres, bordée de chaque côté par une saillie ou lame de tissu érectile spongieux (*cs*), haute de 3 millimètres et se continuant sur la ligne médiane et dans le fond de la rainure avec celle de l'autre côté. L'artère bulbo-uréthrale (*ab*) a un calibre de 0 mm. 5 à 0 mm. 6 et des parois musculaires épaisses de 0 mm. 8. Ces lames sont constituées par du tissu érectile dont les aréoles ont de 0 mm. 5 à 0 mm. 1.

Ces deux bandes de tissu érectile s'étendent depuis l'orifice du canal de l'urèthre jusqu'à la base libre des corps caverneux; les coupes montrent qu'elles sont longées en dehors et en bas par les faisceaux plus ou moins dissociés du muscle bulbo-caverneux (*bc*). Comme on le voit sur la fig. 1, les deux bandes érectiles sont situées au-dessous des racines des corps caverneux; leurs connexions et leur structure prouvent clairement qu'elles représentent le corps spongieux de l'urèthre, avec cette différence qu'elles restent séparées sur la ligne médiane et inférieurement par la gouttière périnéale. Celle-ci présente un chorion dont la structure est celle du derme; quant au revêtement épithélial, il offre ce fait remarquable que, sur toute l'étendue de la gouttière (fond et face

libre des bandes spongieuses), il est pavimenteux, sans trace de couche cornée. L'aspect rosé rappelant celle des muqueuses, et l'absence complète de poils s'expliquent par cette particularité [1]. Nous n'y avons pas vu de glandes.

État des organes génito-urinaires internes. — Les reins, la vessie, les uretères ont l'aspect, les rapports et la constitution de ces mêmes organes tels qu'ils sont sur un chien normal. Le canal de l'urèthre a une longueur de 8 centimètres depuis la vessie jusqu'à son orifice externe. La prostate a le volume et la structure ordinaires; les canaux déférents, après s'être accolés, vont s'ouvrir, comme d'habitude, dans la partie postérieure du verumontanum. Celui-ci forme une saillie notable sur la paroi postérieure de l'urèthre et se prolonge fort loin en avant jusque vers l'orifice en demi-lune de ce dernier.

Le scrotum, comme nous l'avons dit plus haut et comme le montrent les dessins, est séparé par la gouttière uréthro-périnéale en deux poches contenant chacune un testicule. Les deux testicules ont, au sortir de l'alcool, une hauteur de 3 centimètres, une largeur de 2 centimètres et une épaisseur de 1 centimètre. Les coupes pratiquées sur ces organes et l'examen microscopique font voir que les tubes séminipares se trouvent à un état d'évolution analogue à ce qu'on observe sur un chien âgé de sept mois environ. Les cellules épithéliales remplissent complètement les tubes, qui figurent des cordons pleins, dans lesquels existent de

1. Nous croyons inutile de donner la liste des nombreux cas d'hypospadias péno-scrotal et périnéo-scrotal observés chez l'homme, parce que les auteurs se bornent le plus souvent à la description de la forme extérieure des organes. Nous devons cependant mentionner les faits publiés par J.-L. Petit, *Œuvres complètes*, éd. 1837, p. 717, et par Bouisson, *de l'Hypospadias et de son traitement chirurgical* in *Tribut à la chirurgie*, t. II, p. 487, Paris, 1861. Ces auteurs, s'appuyant sur la dissection et l'examen anatomique, ont parfaitement vu que la direction anomale prise par la verge, c'est-à-dire son incurvation en arrière au moment de l'érection, devait être attribuée avec plus de raison au peu de développement de la partie inférieure des corps caverneux, qu'à l'existence d'une bride ligamenteuse s'étendant à la place de la partie absente de l'urèthre. La direction verticale présentée par la partie libre des corps caverneux de notre chien résulte de l'arrêt de développement des enveloppes des corps caverneux; pour rendre à ce rudiment de verge sa direction normale, il eût suffi de rabattre la surface quadrilatère (fourreau de la verge) autour du bout libre, de ramener les corps spongieux sous les corps caverneux et de réunir les bords par une suture. M. Chudzinski a mis ce fait en pleine lumière sur l'un des moulages qu'il a faits sur notre hypospade en représentant la partie extérieure du fourreau de la verge rabattue sur le pénis et le bout distal dépassant de beaucoup la portion libre des corps caverneux.

belles cellules épithéliales, sans qu'on n'aperçoive nulle part les modifications qui précèdent la formation des spermatozoïdes.

L'épididyme a sa structure normale et se continue avec le canal déférent, qui est long de 14 centimètres depuis la queue de l'épididyme jusqu'à l'orifice inguinal interne; à ce niveau, il se recourbe en tournant sa concavité en dedans, croise l'uretère, va gagner le petit bassin et la face supérieure de la vessie et se réunit plus loin à son congénère. Le cordon testiculaire renferme, outre le canal déférent, l'artère spermatique, la déférentielle, les veines et les nerfs du testicule. Nous n'insistons pas sur les rapports de ces organes, qui sont normaux; nous nous bornons à dire que l'artère spermatique part de l'aorte au-dessous de l'artère rénale et se joint un peu plus loin à la veine spermatique. La veine gauche, au sortir du canal inguinal, parcourt un trajet de 13 centimètres avant de se jeter dans la veine rénale gauche, tandis que la droite s'ouvre directement dans la veine cave inférieure. Ce sont là les connexions normales.

III. — Conclusions.

L'étude de l'ensemble des organes génito-urinaires montre clairement que nous avions affaire à un chien *mâle*; les testicules, quoique placés dans deux poches distinctes, ne simulaient nullement, même à un examen superficiel, les grandes lèvres. La gouttière uréthro-périnéale ne rappelait en aucune façon la vulve ni le vagin dont nous n'avons trouvé aucune trace. La comparaison des premières portions du canal de l'urèthre avec les parties analogues du chien normal n'aurait éveillé chez personne l'idée d'un arrêt ou d'un défaut quelconque de développement dans le segment externe de ce conduit. Tout se borne par conséquent, non pas à l'absence du corps spongieux de l'urèthre ou au vestige de ce dernier (*bride* [1] de S. Pozzi), puisque la gouttière uréthro-périnéale et les bandes érectiles qui la limitent, possèdent la structure du corps spongieux, mais *au manque complet de la paroi inférieure du canal de l'urèthre dans sa portion spongieuse*. Pour créer cette portion absente de l'urèthre, il eût suffi d'emprunter aux parties latérales du périnée, un lambeau autoplastique, de ramener le lambeau de chaque côté vers la ligne médiane et d'arrière en avant

1. *Pseudo-hermaphrodisme.* (Soc. Biologie, 8e série, t. II, p. 23.)

sur la face inférieure des corps caverneux. De cette façon on aurait formé le plancher du nouveau canal. La suture inférieure des deux lambeaux aurait figuré le raphé médian, qui existe normalement depuis l'anus jusqu'au bout distal du pénis. A la base des corps caverneux, il eût suffi de rapprocher les deux saillies qui font suite aux corps spongieux séparés par la gouttière uréthro-périnéale et qui se continuent avec les bords de la surface quadrilatère. Ces derniers bords, soudés en bas et en avant, auraient constitué le fourreau de la verge. Après cette opération, l'orifice antérieur de l'urèthre se serait trouvé au fond, c'est-à-dire à l'extrémité postérieure du fourreau de la verge, et, pour compléter le canal uréthral, il eût été nécessaire de créer un méat urinaire aux dépens de la face inférieure du gland, selon le procédé du professeur S. Duplay [1].

On voit par ce qui précède que, sauf le retard dans l'évolution des testicules, tous les organes génito-urinaires existent comme sur le chien normal, si ce n'est l'absence du plancher uréthral dans la portion spongieuse. L'arrêt de développement porte uniquement sur les membranes tégumentaires du périnée et des corps caverneux; celles-ci arrivent seulement sur la limite des moitiés latérales, érectiles, du corps spongieux; elles ne sont pas allées jusqu'à se réfléchir sur ces dernières, en se soudant sur la ligne médiane, et à se prolonger en avant sur la partie antérieure et inférieure des corps caverneux pour constituer la portion inférieure du gland enveloppant la terminaison du canal uréthral et le méat urinaire. En se joignant aux bords latéraux de la surface quadrilatère à apparence muqueuse, ces membranes tégumentaires auraient rendu à l'extrémité des corps caverneux la direction normale, parallèle à l'axe du corps.

L'existence d'un gland, conformé dans ses trois quarts dorsaux comme celui d'un chien normal et surtout la présence de l'os pénien ne nous permettent pas d'accepter l'opinion classique, qui fait du gland une gaine érectile dépendant tout entière du corps spongieux de l'urèthre. C'est à tort qu'on assimile généralement le gland à un renflement antérieur du corps spongieux, analogue au bulbe qui figure le renflement spongieux postérieur de l'urèthre. En réalité, le développement normal, d'accord à cet égard avec la

1. S. Duplay, *De l'hypospadias périnéo-scrotal et de son traitement chirurgical.* (*Arch. générales de médecine,* t. LXXXI, p. 661.)

dissociation produite par l'arrêt d'évolution dans notre cas d'hypospadias périnéal, nous enseigne que la portion supérieure (les trois quarts au moins) du gland n'est que la partie terminale des corps caverneux devenue érectile grâce aux nombreux vaisseaux fournis par les artères dorsales du pénis, tandis qu'une partie seulement de la moitié inférieure est une dépendance du corps spongieux. Dans notre seconde communication à la Société de Biologie (23 juin 1888), nous avons dû, pour être brefs, nous contenter d'une formule pour résumer la part que prennent les corps caverneux d'un côté, le corps spongieux de l'autre, à la formation du gland. Malheureusement dans les sciences d'observation, les formules sont plus ou moins exactes, mais elles sont insuffisantes pour résumer des choses complexes. En réalité (voy. fig. 5 et 6), la moitié supérieure ou dorsale du gland est constituée tout entière par l'épanouissement des enveloppes du corps caverneux; quant à la moitié inférieure du gland, elle est formée dans sa *partie médiane et supérieure* par le cylindre du corps spongieux renfermant le canal de l'urèthre (*u*, fig. 5), mais les portions latérales et inférieures entourant ce cylindre médian, figurent tout simplement les lames latérales du corps caverneux, se recourbant en bas pour se réunir sur la ligne médiane et pour embrasser la gaine érectile du bout terminal du corps spongieux.

En comparant la figure 5 à la figure 6 on se rend aisément compte de cette disposition : on voit, en effet, sur la figure 5, que l'anneau érectile du gland fait défaut inférieurement, de même qu'on constate sur la figure 6 que la gaine érectile du canal de l'urèthre est enveloppée elle-même d'un anneau érectile d'un rayon plus notable. Ce sont deux manchons érectiles dont l'un, celui du corps spongieux, est engainé par l'autre plus externe. Quant à ce dernier, il résulte, comme le *renflement érectile postérieur*, de la dilatation des aréoles vasculaires contenues dans les enveloppes fibreuses des corps caverneux. Ces enveloppes, en se recourbant latéralement et en bas, vont à la rencontre l'une de l'autre et finissent par embrasser inférieurement le corps spongieux de l'urèthre : tel est, d'après nos observations tant embryologiques que tératologiques, le mode de formation du gland normal [1].

1. Les recherches embryologiques du professeur Tourneux (*Société de Biologie*, 6 août, 29 octobre et 5 novembre) établissent que, chez l'homme également, le gland « ne saurait être considéré comme un simple renflement » du corps spongieux. En

Pour produire cet organe, il y a par conséquent coalescence du corps caverneux et du corps spongieux, mais le premier prend une part prépondérante à sa constitution; ce n'est qu'au bout terminal de ces deux cylindres contenus l'un dans l'autre que les artères bulbo-uréthrales et les dorsales de la verge communiquent largement, c'est-à-dire par de nombreuses anastomoses; de cette façon est constitué un organe médian et impair, pouvant s'injecter aussi bien par les vaisseaux du corps spongieux que par les artères dorsales de la verge [1].

Explication de la planche V.

La figure 1 (planche V) donne l'aspect de la face antérieure des organes génitaux externes du chien hypospade dans la région abdominale. On voit en bas le bout libre de la base des corps caverneux; celle-ci est rattachée à la paroi abdominale par une surface muqueuse, allongée, représentant le fourreau de la verge et terminée en avant par un bouquet de poils. De chaque côté de la base des corps caverneux font saillie les deux bourses.

La figure 2 montre la région périnéale du chien hypospade. Deux soies indiquent l'une, la plus postérieure, l'orifice à plis rayonnés de l'anus, et, l'autre, plus antérieure, l'orifice semi-lunaire de l'urèthre. A partir de ce dernier s'étend sur la ligne médiane, la gouttière uréthro-périnéale jusqu'à la face postérieure de la base des corps caverneux et entre les deux bourses. De chaque côté de la gouttière uréthro-périnéale, on voit les deux saillies longitudinales à surface muqueuse, qui figurent chacune la moitié du corps spongieux.

comparant avec nos coupes du périnée de l'hypospade, les dessins de M. Tourneux sur le *tubercule génital* du mouton (Ce journal, 1888, p. 504 et suivantes), on se rend compte de la façon dont s'est creusée la gouttière uréthro-périnéale, qui est restée, au point de vue morphologique, au stade de développement tel qu'on l'observe à la base du tubercule génital sur un mouton de 18 mm. de long.

1. Ces conclusions concordent également avec celles qu'a formulées A. Nicolas sur le développement du gland du bélier (*Sur l'appareil copulateur du bélier,* Ce journal, 1887, p. 564). « Il faut abandonner cette idée, dit-il, que la formation du corps caverneux est indépendante du corps spongieux en général et du gland en particulier ».

SUR LE DÉVELOPPEMENT DE L'ONGLE

CHEZ LE FŒTUS HUMAIN

JUSQU'A LA NAISSANCE

Par F. CURTIS

(*Travail du laboratoire d'histologie de la Faculté de médecine de Lille.*)

(PLANCHES VI et VII)

I. — HISTORIQUE.

Bien que les premiers développements de l'ongle aient été le sujet d'observations déjà nombreuses, l'accord cependant est loin de régner parmi les auteurs, quand il s'agit de déterminer le mode d'origine et le lieu de formation du premier rudiment unguéal. En effet, si nous parcourons la plupart des travaux publiés jusqu'ici sur la genèse de l'ongle, nous ne tardons pas à reconnaître qu'ils aboutissent à des conclusions presque aussi variées que les faits eux-mêmes. Un court résumé historique de la question rendra plus facilement appréciable la diversité des opinions. Dans l'exposé suivant, les recherches antérieures seront groupées moins d'après leur ordre chronologique que d'après la valeur de l'idée générale qui se dégage de leur étude.

Kölliker est le seul qui ait tenu compte de l'ensemble des faits; le premier, et nous pouvons dire le dernier, il nous donne les renseignements les plus complets sur la formation de l'ongle. Dans son traité d'embryologie, ainsi que dans une note parue récemment dans les comptes rendus de la Société de médecine de Wurtzbourg (*Sitzungs-Berichte der physikalisch-medicinischen Gesellschaft zu Würzburg*, 1888, n° 4), l'éminent observateur arrive à des conclusions qui concordent et se complètent en bien des points. D'après lui, le développement de l'ongle commence à la fin du 3e mois, époque où apparaît le lit. Celui-ci se sépare des parties voisines par suite d'une *prolifération de la peau* (*Wucherung der Haut*), entraînant avec elle la production d'un sillon de démarcation (*Grenzfurche*), au delà duquel s'élève un bourrelet épidermique nommé par Kölliker *ourlet* de l'ongle (*Nagelsaum*). Toute la région ainsi limitée constitue le champ

unguéal primitif (*primäre Nagelfeld*), et se trouve circonscrite par une rainure qui, dans sa partie postérieure, est tapissée d'une couche épithéliale qu'on peut appeler feuillet radiculaire (*Wurzelblatt*). Celui-ci se creusera pour devenir la gouttière de l'ongle et contiendra plus tard la racine de l'organe. A ce moment, c'est-à-dire au commencement du 4e mois, on voit dans toute la partie libre du champ unguéal, depuis la rainure jusqu'à l'ourlet terminal, se développer au milieu de l'épiderme, dans la partie la plus superficielle du rete de Malpighi, une couche unique de cellules remplies de granulations assez semblables aux grains d'Eleidine de Ranvier. Parmi ces cellules, les plus reculées se transforment d'abord, au courant du 4e mois, en lamelles de substance unguéale, et donnent ainsi naissance au rudiment de l'ongle qui apparaît alors sous forme d'une petite plaque rectangulaire, composée d'un seul plan d'éléments modifiés, et occupant environ le tiers postérieur de la zone génératrice. Cette première lame unguéale est recouverte dans toute son étendue par un *stratum corneum* qui, réduit en arrière à deux ou trois cellules, s'épaissit vers la pointe du doigt où il renferme plusieurs couches superposées. Nous retrouvons dans ce revêtement épidermique l'éponychium de Unna. Une fois constitué, l'organe s'accroît par la transformation incessante des cellules granuleuses en lames de kératine et envahit bientôt toute la surface du lit, sans toutefois pénétrer encore dans la gouttière. Au milieu du 5e mois l'ongle, d'après Kölliker, paraîtrait à découvert par suite de la disparition de la couche cornée superficielle ; à partir de ce moment aussi, sa racine va pousser rapidement en arrière et s'enfoncer dans la gouttière, entraînant avec elle un groupe de fortes cellules crénelées qui peut être considéré dès maintenant comme la matrice unguéale (6e au 8e mois). Il semble, dit l'éminent observateur, que pendant ce développement antéro-postérieur, la matrice recule et que ses cellules subissent la transformation kératinienne d'avant en arrière, tandis que des éléments nouveaux, venus des parties les plus reculées du rete de Malpighi, régénèrent et déplacent sans cesse vers le fond de la gouttière la couche génératrice. Au 8e mois, l'ongle ayant atteint l'extrémité de la rainure commence à pousser en avant pour acquérir un bord libre. Les cellules granuleuses disparaissent dès lors.

En somme, un seul détail se trouve modifié dans les recherches antérieures de Kölliker. L'ongle ne se forme pas simultanément sur toute la surface du lit, mais sur son tiers postérieur où débute le phénomène de kératinisation. Kölliker se rapproche par là de Unna qui, jusqu'ici, aurait pu être considéré comme le représentant d'une opinion indépendante.

Dans son remarquable mémoire sur l'histologie de la peau, Unna ne nous fournit pas une étude complète de l'ongle; le temps et les matériaux, dit-il, lui ont fait défaut. Il résume néanmoins en quelques propositions générales et très précises les faits relatifs à notre sujet.

L'évolution de l'ongle comprendrait quatre périodes pendant lesquelles on observerait les productions suivantes. (*a*) L'éponychium ou ongle primitif (2-8 mois). (*b*) L'ongle découvert, mais adhérent (8-9 mois). (*c*) L'ongle pourvu d'un bord libre. (*d*) L'ongle de l'adulte. Dans la description du premier stade, Unna indique la transformation spéciale que subit l'épiderme

du lit pour aboutir à la production d'une couche cornée superficielle à laquelle il donne le nom d'*Eponychium*. Celui-ci s'étend de la rainure de l'ongle qu'il recouvre jusqu'à la pointe du lit qu'il dépasse, après avoir franchi une dépression (*Obere bucht*) située à l'extrémité de la région dorsale. Tendu entre ces deux points extrêmes l'éponychium arrêterait le développement normal de l'épiderme du lit et semblerait ainsi jouer un rôle dans la production des premières lames unguéales. Il persiste jusqu'au 8e mois et se dissocie enfin d'avant en arrière, laissant à nu l'ongle autour duquel un reste de cette membrane exfoliée forme le *périonix*. Unna ne nous dit pas à quelle époque précise son éponychium paraît, ni comment et dans quelle direction il se développe; nous verrons que ces questions méritent cependant d'être prises en considération. Son mémoire, d'ailleurs, ne contient que deux dessins reproduisant une coupe de l'ongle d'un nouveau-né et d'un enfant de 3 semaines, de sorte que nous ne pouvons compléter le texte par l'examen des figures. En ce qui a trait à l'apparition de l'ongle, Unna se prononce à peu près en ces termes dans sa neuvième proposition, ainsi que dans son article du *Ziemssen's Handbuch* :

L'ongle naît au 4e et 5e mois; ses premières cellules se voient au-devant de la rainure unguéale, et au-dessous de l'éponychium; elles s'étendent d'abord légèrement en avant vers le lit, puis bientôt s'avancent de plus en plus dans la profondeur de la gouttière sous forme d'éléments volumineux, clairs et pourvus de fines crénelures. Les plus antérieures d'abord subissent la transformation kératinienne qui se poursuit d'avant en arrière, pour aboutir, dans le cours du 7e mois, à la production d'un ongle mince, encore couvert d'un éponychium et qui s'étend du fond de la rainure postérieure jusqu'à la dépression terminale (*Obere Bucht*). Le segment qui répond au lit proprement dit se distingue par l'absence de toutes modifications importantes. La naissance de l'ongle en un point limité à l'entrée de la gouttière, sa légère extension en avant suivie d'un accroissement antéro-postérieur, la non-participation du lit au processus kératogène, tous ces faits constituent le fond d'une doctrine que Unna réclame comme sienne et dont se rapprochent sensiblement les données les plus récentes de Kölliker.

Les recherches que nous venons de résumer ont été admises et confirmées en France par les quelques auteurs qui ont abordé l'étude de l'ongle embryonnaire. Arloing, dans sa thèse d'agrégation (*Poils et ongles*, Paris, 1880), ne s'attache pas spécialement à la question de l'origine de l'ongle; il ne fait que reproduire à ce sujet les premières descriptions de Kölliker. Ses observations portent plutôt sur la question connexe de la formation du lit que nous discuterons ailleurs, au cours même de ce travail. Retterer, dans sa thèse de doctorat ès sciences (*Développement du squelette des extrémités et des productions cornées chez les mammifères*, Paris, 1885), renfermant un grand nombre de faits nouveaux, nous fournit une série d'observations qui nous intéressent directement. Ce sont des fœtus humains de 4/5, 7/10, 17/25, 20 et 25 centimètres qui forment les matériaux de ses recherches. Sur celui de 4 centimètres, il n'existe aucune indication d'une future modification épidermique; sur celui de 7 centimètres, on observe une délimitation de la région unguéale par suite de

l'apparition d'un pli périphérique qui résulte d'une prolifération épithéliale dans toute l'étendue du lit primitif. Sur l'embryon de 17 centimètres, nous voyons apparaître, à l'entrée de la gouttière, une région spéciale que l'auteur nomme déjà matrice unguéale et qu'il décrit en ces termes : « La matrice laisse distinguer deux portions d'épaisseur différente; la portion postérieure, longue de $0^{mm},420$, n'a que $0^{mm},060$ de diamètre, tandis que la portion antérieure longue de $0^{mm},840$ présente un renflement épidermique, apparaissant sur une coupe longitudinale sous forme de croissant. Il atteint une épaisseur de $0^{mm},080$ et diffère du reste de l'épiderme par une grande abondance de granulations foncées. » Plus loin, Retterer affirme nettement ses opinions sur le mode d'origine de l'ongle : « La formation, dit-il, et l'accroissement de l'ongle se font ainsi, d'après nos observations surtout aux dépens de l'aire pigmentée. C'est au niveau de la partie antérieure de la matrice unguéale, dans l'épaississement épithélial de l'aire pigmentée que se fait la modification évolutive spéciale des cellules, aboutissant à la formation de la substance unguéale. Ainsi compris, l'ongle primitif peut être désigné sous le nom d'hyponychion (Ranvier), puisqu'il est recouvert à cette époque de la lame cornée du repli susunguéal. »

Une toute autre conception découle des recherches de Henle, de Biesiadecki, de Renaut et de Brooke. Henle, dans une étude sur l'accroissement de l'ongle humain et du sabot du cheval (*Wachstum des Mensch. Nagels und Pferdehufs. — Abhandl. der König. Gesell. Göttingen*, 1884, Bd XXXI, p. 28), nous présente, à propos d'un embryon de 5 mois, une description qui diffère quelque peu des précédentes.

L'ongle, coloré en jaune, repose sur une couche de cellules à fines granulations qui doivent être considérées comme formées d'*onychin*, car elles sont réfractaires au carmin et à l'hématoxyline. La racine unguéale pénètre dans la gouttière et l'organe lui-même s'étend jusqu'au milieu du lit. L'ongle, dit Henle, se développe ainsi dès ses premiers stades en poussant en avant à partir de la rainure postérieure. Si la genèse de l'ongle dans la gouttière n'est pas absolument affirmée par Henle, elle l'est certainement par Biesiadecki. Cet auteur, dans son mémoire du Manuel de Stricker (*Stricker's Handbuch*, Bd I, Cap. XXVII, S. 612), décrit une couche de cellules spéciales, visibles au 4e mois, au milieu des éléments qui remplissent l'involution postérieure. L'ongle naîtrait en ce point, et pousserait en avant pour atteindre au 6e mois l'extrémité digitale, soulevant dans son évolution le *stratum corneum* qui se détache de l'épiderme. Renaut semble se rattacher à l'opinion précédente. Pour lui le bourgeon ectodermique générateur de l'ongle se formerait au 2e mois de la vie intra-utérine, affectant la disposition d'une nappe planiforme et non d'une tige qui pénètre dans les tissus dermiques. Aux 3e et 4e mois, ce bourgeon invaginé se clive en deux plans dans l'intervalle desquels apparaît le rudiment unguéal, couvert jusqu'au 6e mois par une couche cornée superficielle. Brooke (*Shenk's Mittheil.* Wien, 1883, Band II, Heft 3) ajoute à ces faits quelques détails nouveaux sur le mode de production des premières lames de kératine. Celles-ci apparaîtraient au 3e mois (Embryon de 5 cent.)

aux dépens d'un groupe de cellules à granulations réfringentes situées dans la partie profonde de la rainure unguéale, tandis que le lit proprement dit ne présente encore à cette époque aucune trace de modification épithéliale. Les granulations décrites par Brooke seraient d'après lui analogues à celles qu'on observe dans le développement du bec des oiseaux. Sur un embryon de 9 centimètres, la gouttière étant plus profonde renferme un plus grand nombre de cellules à granulations que l'auteur qualifie maintenant du nom de grains d'Eleidine. Il nous indique d'ailleurs qu'à cette époque la surface épidermique se desquame, mais il ne dit rien d'un éponychium, ce qui laisse à croire qu'il considère celui-ci comme une couche unguéale primitive. En effet, à propos d'un fœtus humain de six mois, Brooke affirme que c'est à cette époque seulement que se produirait le premier dépôt de substance unguéale compacte, méritant le nom d'ongle vrai, tandis que les cellules épithéliales desquamantes de la surface représenteraient les restes d'un organe rudimentaire.

Tous les travaux que nous venons de passer en revue se trouvent en contradiction complète avec les observations assez récentes publiées par Zander dans les Archives de His et Braune en 1886. Cet auteur, dans un mémoire remarquable d'ailleurs par l'exactitude des détails, cherche à rattacher l'évolution histologique de la lame unguéale à une loi de morphologie générale qui lui semble prouvée par ses recherches antérieures (*Archiv für Anat.*, 1884).

Pour lui, en effet, les ongles seraient originairement des organes terminaux qui subiraient ensuite une sorte de migration vers la région dorsale des extrémités digitales. Conformément à cette loi, la production unguéale débuterait d'abord vers la pointe du doigt, à la surface même de l'épiderme, pour progresser d'avant en arrière. Zander divise le lit proprement dit en deux parties : l'une distale, l'autre proximale par rapport à la gouttière; une légère invagination de la couche basilaire séparerait ces régions l'une de l'autre.

C'est sur le segment distal et presque à la pointe du doigt que débuterait la production d'une couche spéciale que l'auteur nomme zone limitante (*Begrenzungsschicht*) et qu'il considère déjà comme de l'ongle fœtal.

Cette formation nouvelle s'étend progressivement en arrière et présente des différences de coloration; elle se teint en jaune par l'acide picrique sur le segment proximal, elle fixe au contraire le carmin dans la région distale. Sa structure d'ailleurs n'est pas partout identique, car en avant elle résulte de la fusion de petites cellules granuleuses dont le centre reste libre, tandis qu'elle se forme en arrière aux dépens de cellules à grosses granulations qui se soudent en une masse compacte. Le segment proximal deviendrait, pour Zander, l'ongle vrai; le segment distal répondrait à la région nommée par Renaut, angle de l'ongle ou ourlet (Kolliker), et serait peut-être l'homologue de la sole des mammifères pourvus d'un sabot. Bien que les détails précédents soient parfaitement exacts, et que nos recherches les confirment en majeure partie, nous aurons occasion de montrer au cours de ce travail que l'interprétation générale donnée par l'auteur allemand s'écarte quelque peu de la vérité. Ainsi que l'a d'ailleurs

indiqué Gegenbaur (*Morph. Jahrb.*, Bd X, S. 465), l'ongle n'occupe jamais une position terminale dans la série animale, mais représente toujours une production purement dorsale au point de vue morphologique.

En résumé, nous voyons qu'au point de vue des questions générales que soulève le développement de l'ongle, les faits connus jusqu'ici peuvent être groupés de la manière suivante :

Le lit unguéal se limite au 3e mois, le premier rudiment de l'organe apparaît au 4e mois et se développe d'abord au milieu de l'épiderme. Voilà des vérités admises par tous les auteurs, si nous exceptons Brooke et Zander.

S'agit-il au contraire de préciser les points de détail, les divergences se multiplient et nous obligent à classer en quatre groupes distincts les diverses opinions sur lesquelles nous aurons à nous prononcer dans la suite :

1° L'ongle se développe *in toto* sur le lit (*Kölliker*, 1882);

2° L'ongle se développe immédiatement au-devant de la gouttière, s'étend légèrement en avant, puis pousse d'avant en arrière jusqu'au fond de l'involution postérieure qu'il atteint à la fin de la période embryonnaire (*Unna*, *Kölliker*, 1888, *Retterer*);

3° L'ongle naît dans la gouttière d'où il émerge comme un poil de son follicule (*Henle*, *Biesiadecki*, *Renaut*, *Brooke*);

4° L'ongle se développe dès l'origine à la surface de l'épiderme. Il paraît d'abord à l'extrémité antérieure du lit et pousse d'avant en arrière (*Zander*) : l'éponychium n'existe pas.

OBSERVATIONS

Grâce à la collection du laboratoire d'histologie de la faculté de médecine de Lille, que M. Tourneux a bien voulu mettre à notre disposition, il nous a été possible d'étudier presque tous les stades du développement de l'ongle sur le fœtus humain. Afin de faciliter la comparaison des faits, nous avons sur chaque sujet observé constamment les mêmes parties : c'est-à-dire le 1er orteil et le pouce en coupe longitudinale, le 2e orteil et l'index en coupe transversale. Nous donnons ici la description d'un certain nombre de nos préparations choisies de manière à rendre bien évidente la succession des phases que l'ongle traverse dans son évolution [1].

I. Fœtus de 3, 2/4 ♂ *a* (fig. 1).

Pouce (coupe longitudinale). La longueur de la main, mesurée du côté dorsal, depuis le point le plus rétréci du poignet jusqu'à

1. Toutes les pièces que nous avons utilisées ont été conservées dans le liquide de Müller et durcies ensuite par le procédé habituel (gomme et alcool). Les coupes ont été soumises à l'action du picro-carmin et montées dans la glycérine.

l'extrémité du médius, comporte 3 mm. 1/2. Les doigts, parfaitement divisés et tous de dimensions presque égales, atteignent environ 2 mm. 1/4. L'avant-bras et la main réunis donnent un total de 9 millim.

Si l'on examine les doigts à l'œil nu, on reconnaît que les premières et les secondes phalanges sont bien accusées, tandis que les dernières ne se montrent encore que sous la forme d'un petit tubercule qui donne à l'extrémité digitale une forme légèrement renflée. Ce renflement terminal est limité en arrière, et sur sa face dorsale seulement, par un sillon superficiel qui représente le premier vestige d'une involution épithéliale d'où naîtra plus tard la gouttière de l'ongle. La deuxième phalange du pouce qui nous occupera spécialement a le même aspect que les troisièmes phalanges des autres doigts. Sa coupe longitudinale nous montre à cette époque les détails suivants :

Le squelette est formé d'une pièce encore complètement cartilagineuse (fig. 1, *c*), longue de 580 μ, et qui, dans un espace de 200 μ vers sa pointe, subit déjà quelques modifications préparatoires de l'ossification (*o*), bien qu'il n'existe encore aucune trace d'os proprement dit. Nous n'insisterons pas sur ces faits, suffisamment décrits par les auteurs qui ont élucidé la question de l'ostéogenèse.

Le périchondre (fig. 1, *p*), à peine visible, se dessine sous l'aspect d'une couche d'éléments fibro-plastiques allongés, tous régulièrement orientés dans la direction antéro-postérieure et formant ainsi une zone plus dense qui, après avoir enveloppé la phalange, se continue avec les tendons extenseurs et fléchisseurs de structure absolument semblable (fig. 1, *ex. fl*). Ce tissu périchondral ne pousse aucun prolongement vers la face profonde de l'épiderme dont il reste au contraire constamment séparé par un tissu mésoblastique composé de corps embryonnaires plongés dans une substance fondamentale amorphe.

Épiderme. Ainsi constitué le doigt est revêtu d'un épiderme dont nous devons étudier la configuration extérieure et la structure. Au niveau de la tête de la première phalange, la surface cutanée se soulève, et forme un bourrelet à peine sensible (fig. 1, *br*) auquel succède aussitôt une dépression bien accentuée (fig. 1, *g*), dont la partie la plus déclive se trouve à 60 μ au-devant de la base de la phalangette : c'est la coupe du sillon superficiel que nous avons indiqué plus haut. Au delà de ce point, l'épiderme se relève et

s'étend régulièrement jusqu'à la pointe du doigt qu'il contourne, pour se prolonger sur la face palmaire sans autre trace de sinuosité.

L'épiderme présente, sur la saillie qui répond à la tête phalangienne, l'aspect qu'on lui trouve à cette époque sur la majeure partie de la surface cutanée; c'est-à-dire qu'il mesure de 10 à 14 μ de haut et se compose d'une première assise basilaire de petites cellules cubiques (5 à 6 μ), surmontée d'un seul rang d'éléments pavimenteux (fusiformes en coupe), à contours réguliers et pourvus d'un noyau à peine coloré. Au niveau de la dépression dorsale (fig. 1, *g*), l'épiderme s'épaissit notablement et s'élève à une hauteur de 20 μ. Les cellules profondes sont devenues cylindriques, elles mesurent maintenant 12 μ de haut sur une largeur un peu moindre, et renferment un noyau ovalaire volumineux qui les remplit presque complètement.

En examinant cette couche de plus près on remarque, de distance en distance entre les cellules épithéliales allongées, des éléments intercalaires de volume plus réduit qui semblent indiquer un commencement de prolifération. Une modification semblable se voit également déjà au niveau de la face palmaire où la couche basilaire est un peu plus élevée (9 μ), tandis qu'elle reste surbaissée (6 à 8 μ) et nettement cubique sur toute la région qui deviendra le lit de l'ongle.

1er ORTEIL. — La longueur du pied, mesurée depuis la saillie du calcaneum jusqu'à l'extrémité du deuxième orteil, peut être évaluée à 5 millimètres. Les orteils, moins bien séparés que les doigts, sont tous à peu près de même grandeur et ne dépassent pas 1 millimètre. L'examen des coupes est absolument négatif. On ne reconnaît ici aucune trace d'une modification épithéliale quelconque : rien n'accuse la future apparition de l'involution postérieure.

II. EMBRYON de 4, 4/5,7 centim. ♀ (fig. 2 et 3).

POUCE (coupe longitudinale). — La longueur de la main est de 6 millimètres sur lesquels 2 mm. 1/2 appartiennent aux doigts, remarquables surtout par leurs extrémités en massue plus volumineuses qu'au stade précédent. A l'œil nu, il n'existe encore aucune région unguéale bien circonscrite; on n'aperçoit encore qu'un simple tubercule terminal limité en arrière et du côté dorsal par un sillon assez accentué. L'examen microscopique nous mon-

trera pourtant que le lit de l'ongle est dès maintenant délimité.

La coupe longitudinale du pouce met en évidence le squelette de la deuxième phalange formé par une pièce cartilagineuse (*c*) ayant 50 μ de long, et portant sur son extrémité antérieure une zone dans laquelle s'observent, plus prononcés qu'au stade précédent, les phénomènes précurseurs de l'ossification (*o*). Les premiers ostéoblastes se montrent ici sur la pointe de la phalangette, au milieu du tissu périchondral légèrement dissocié (fig. 2, *os*). Le périchondre (*p*) encore complètement cellulaire, ainsi que les tendons extenseurs et fléchisseurs qui en naissent, reste tout à fait indépendant des surfaces épidermiques auxquelles ne le rattache aucun prolongement appréciable.

Épiderme. — Suivi de la base à la pointe de la deuxième phalange, l'épiderme dorsal, séparé du squelette par une distance de 150 μ, présente d'abord au niveau de l'interligne articulaire un renflement que nous pouvons désigner dès maintenant sous le nom de bourrelet rétro-unguéal (fig. 2, *br*). A celui-ci succède une involution épidermique naissante, dont la partie la plus déclive est à 100 μ au-devant de la base de la phalangette et qui figure le premier vestige de la gouttière de l'ongle (fig. 2, *g*). Vers la partie la plus antérieure de la région dorsale, l'épiderme, après un trajet convexe, s'incurve assez brusquement pour recouvrir l'extrémité digitale aplatie et coupée carrément. Le doigt présente ainsi une véritable surface terminale au centre de laquelle s'observe une nouvelle dépression (fig. 2, *ft*) des téguments située dans le prolongement d'une ligne qui raserait la face palmaire de la phalangette cartilagineuse.

Cette encoche, à laquelle nous donnerons le nom de *fossette terminale*, répond à un sillon périphérique à peine accusé, visible également sur les coupes transversales et qui, en se continuant avec le rudiment de la gouttière, circonscrit une région que nous pouvons appeler dès ce stade le lit *primitif de l'ongle*. Celui-ci est donc formé de deux parties : l'une purement dorsale (fig. 2, de *a* en *br*), l'autre terminale (fig. 2, de *a* en *ft*), c'est-à-dire comprise dans la surface qui délimite l'extrémité aplatie du pouce. Ces deux segments se rejoignent suivant un angle que nous désignerons sous le nom d'*angle antérieur du lit* (fig. 2, *a*).

L'épiderme, sur le bourrelet rétro-unguéal, est mince et ne mesure que 28 μ d'épaisseur; 8 à 10 μ environ appartiennent à la

couche basilaire dont les éléments ont des dimensions à peu près égales en tous sens et se trouvent recouverts par deux rangées de cellules pavimenteuses analogues à celles que nous décrirons plus loin. Dans la gouttière naissante (fig. 3, *g*), la couche profonde de l'épiderme déprimée présente des indices certains de multiplication cellulaire. Les éléments qui la constituent affectent des formes variées et se montrent fréquemment agencés sur deux rangs qui augmentent sensiblement la hauteur totale de l'épiderme (40 μ). Au delà de ce rudiment de la gouttière unguéale, le revêtement épidermique réduit de nouveau à 28 μ, augmente graduellement d'épaisseur jusqu'à l'extrémité antérieure de la région dorsale où il atteint 56 μ, pour décroître ensuite et se réduire à 36 μ au niveau de la fossette terminale. Dans toute cette région purement dorsale, la couche basilaire est formée de cellules presque cubiques (11 μ) qui toutefois augmentent de hauteur (14 μ) vers l'angle antérieur du lit (fig. 2, *a*).

La couche superficielle se compose de 2 à 5 rangées de cellules qui s'aplatissent de plus en plus vers l'extérieur et dont le corps, à contours finement crénelés, renferme un noyau clair à peine teinté par le picro-carmin. Dans une faible étendue au niveau de l'angle antérieur du lit, les cellules les plus superficielles présentent des modifications toutes spéciales. Renflées et privées de crénelures, elles forment à la surface de l'épiderme une couche d'éléments lâchement unis les uns aux autres et qui paraissent être en voie de desquamation.

Sur l'extrémité du doigt et dans la fossette terminale, la couche basilaire diminue de hauteur et se compose de nouveau d'éléments cubiques (8 μ). Sur la face palmaire, l'épiderme mesure une hauteur de 25 μ, dont 17 μ pour la couche profonde formée de cellules nettement cylindriques (18 μ). Il n'existe aucune trace d'élevures papillaires.

Coupe transversale (*index*). — La coupe transversale ne présente qu'un détail intéressant, c'est l'existence d'une faible dépression bilatérale située à peu près dans le prolongemeut de l'axe transversal de la phalange et indiquant le début du sillon périphérique qui sépare le lit des parties voisines. Il est à noter qu'au niveau de ces dépressions latérales la couche basilaire atteint son minimum de hauteur. Il n'existe encore aucune trace des crêtes de Henle.

Pied. — La longueur du pied, depuis la saillie du calcaneum jusqu'à la pointe du deuxième orteil, est de 16 mm. Le deuxième orteil atteint 7 mm. 1/2.

Tous les orteils sont ici nettement séparés et portent à leur extrémité une légère dépression visible déjà à l'œil nu sur la face dorsale du tubercule qui représente le rudiment des dernières phalanges.

En coupe longitudinale, le gros orteil nous montre absolument les mêmes détails que le pouce de l'embryon de 3 cent. Nous retrouvons ici un premier vestige de l'involution postérieure sous forme d'une légère dépression dorsale au niveau de laquelle la couche basilaire paraît être en pleine prolifération.

Nous observons sur un fœtus de 5 cent. une disposition qui confirme les descriptions précédentes, notamment en ce qui concerne la situation primitive du sillon antérieur à l'extrémité du doigt.

III. Fœtus de 7/9,5 cent. ♂ (fig. 4, 5, 6).

Pouce (coupe longitudinale). — Longueur de la main = 8 mm. 1/2; doigts = 4 mm. Vers l'extrémité de la face dorsale du pouce, la région unguéale apparaît, visible à l'œil nu, sous forme d'une fossette ovalaire, déprimée, à grand axe transversal, limitée par un sillon périphérique dont le bord externe se soulève en bourrelet. Le cartilage de la deuxième phalange du pouce, mesurant 1 mm. 1/2 de long, est recouvert d'une calotte de substance osseuse qui atteint dans sa plus grande épaisseur 150 μ.

Épiderme. — L'épiderme dorsal, séparé du squelette par une distance de 250 μ, présente, au niveau de l'interligne articulaire, un bourrelet rétro-unguéal (fig. 4, *br*) bien développé, auquel succède en avant une involution complète des couches les plus profondes de l'épiderme, qui pénètrent maintenant dans le tissu mésoblastique sous-jacent et donnent naissance à un véritable bourgeon lamelleux, nettement isolé, et n'adhérant que par sa base à la surface profonde du revêtement ectodermique. Cette invagination représente l'involution postérieure de Retterer, le bourgeon ectodermique planiforme de Renaut, ou le feuillet radiculaire de Kölliker (fig. 4, *g*). Les couches épidermiques superficielles ne participent pas à cette poussée épithéliale, mais passent au-dessus d'elle en ne subissant qu'une légère dépression, trace du sillon qui limite le lit primitif. Vers la pointe du doigt, nous observons l'involution antérieure

(Retterer) ou fossette terminale (fig. 4, *ft*); elle se trouve reportée par un mouvement de recul au-dessus de l'axe phalangien. La couche basilaire n'est pas seule à subir une dépression en ce point, les couches cellulaires superficielles prennent part à ce plissement, et sont creusées d'un sillon qui se traduit à la coupe par une véritable encoche épidermique. Ainsi définie, la *fossette terminale* est limitée par deux versants, l'un distal, l'autre proximal (fig. 4 et 5, *di* et *pr*) par rapport à la racine du doigt. La fossette elle-même représente la limite antérieure du lit qui, à partir de cette époque, conservera sa position exclusivement dorsale.

Sur le bourrelet rétro-unguéal, l'épiderme est constitué par une couche profonde d'éléments cubiques de 8 à 9 μ de haut (couche basilaire), surmontée de deux à trois rangs de cellules pavimenteuses, crénelées et transparentes (couche superficielle).

Au niveau du point où la gouttière commence, la couche basilaire subit, pour descendre dans l'involution, une inflexion assez brusque qui lui fait décrire un angle auquel nous donnerons le nom de crête du bourrelet rétro-unguéal (fig. 4 et 6, *cr*). Mesurée à partir de ce point jusqu'à sa partie la plus déclive, la gouttière présente une profondeur de 125 à 130 μ. On peut lui considérer un fond (fig. 6, *f*) situé à 400 μ au-devant de la base de la phalangette et deux parois à peu près parallèles, l'une supérieure ou postérieure (fig. 6, *s*), attenante au bourrelet rétro-unguéal, l'autre inférieure ou antérieure (fig. 6, *i*), qui va rejoindre le lit de l'ongle. Le prolongement de la couche basilaire, tapissant la paroi supérieure de l'invagination, est formé par une rangée de cellules qui diminuent rapidement de hauteur à partir de la crête du bourrelet (fig. 6, ba^1), et s'implantent très obliquement sur les tissus sous-jacents. Dans le fond de la gouttière, les cellules basilaires, de formes variées, se disposent sur plusieurs plans (fig. 6, ba^3), et se continuent, sur la face inférieure de l'involution, par une rangée unique d'éléments cylindriques de 11 μ régulièrement juxtaposés. La gouttière, ainsi délimitée par une couche basilaire, est entièrement comblée par des cellules épithéliales analogues à celles de la couche superficielle que nous décrirons plus loin. Sur le lit de l'ongle, qui, depuis la crête du bourrelet jusqu'à la fossette terminale (fig. 4, *cr* à *ft*) mesure 1 mm. de long, la hauteur totale de l'épiderme varie de 30 à 35 μ. La couche basilaire contient des cellules cylindriques surbaissées de 10 à 12 μ, qui s'allongent et atteignent 18 μ (fig. 4 et 5, ba^2)

immédiatement en avant et en arrière de l'involution antérieure.

La couche épithéliale superficielle, qui double en dehors la couche basilaire, est formée de cellules polyédriques à fines crénelures qui s'aplatissent en se rapprochant de la surface. Dans la gouttière unguéale les éléments sont de plus petites dimensions.

La fossette terminale (fig. 5, *ft*) mérite une mention spéciale.

Sur les deux versants qui la limitent, ainsi que dans sa partie déclive, la couche superficielle de l'épiderme présente les modifications suivantes : les cellules qui la composent augmentent progressivement de volume de bas en haut et finalement donnent naissance à une rangée de gros éléments polyédriques (20 μ) ou irréguliers, lâchement unis entre eux et qui s'étendent à une distance de 400 μ de part et d'autre la rainure terminale. Le corps cellulaire de ces éléments, dépourvu de toute crénelure, se colore par le carmin et l'hématoxyline dans sa moitié externe (fig. 5, α); sa partie profonde au contraire reste hyaline et complètement transparente (fig. 5, β). On peut désigner ces cellules modifiées dans leur forme et leur structure sous le nom de *cellules desquamantes* (fig. 5).

Dans le fond même de l'involution antérieure, la couche basilaire très réduite n'a guère que 5 à 8 μ de haut; l'extrémité digitale arrondie ainsi que la face palmaire sont recouvertes d'un épiderme (50 μ) à couche basilaire cylindrique (20 μ), formée par place d'éléments plus petits et superposés. Les premiers vestiges d'éminences papillaires s'observent à 150 μ de la fossette terminale.

Coupe transversale. — Sur ces coupes, on remarque, dans le prolongement d'une ligne qui raserait la face palmaire du cartilage de la dernière phalange, deux involutions latérales formées surtout aux dépens des couches épidermiques profondes, et qui se traduisent à la surface libre des téguments par une légère dépression. Celle-ci représente la coupe des gouttières longitudinales qui réunissent entre elles les deux involutions extrêmes du lit. Ce dernier se trouve ainsi délimité de toutes parts.

Dans la région du lit, la couche basilaire est constituée par des cellules cylindriques régulièrement juxtaposées, ayant 10 μ de haut sur 4 à 6 μ de large, et dont l'extrémité profonde est hérissée de fins prolongements. Ces éléments ne dépassent pas le fond des rainures latérales qui portent, sur leur paroi externe, une rangée de petites cellules cubiques de 6 à 8 μ. On n'observe encore aucune trace des crêtes de Henle.

La couche superficielle de l'épiderme atteint, vers le milieu du lit, une hauteur totale de 50 μ, elle comble totalement les deux gouttières latérales et ne présente vers sa surface libre aucune trace de modification épithéliale. Quelques cellules desquamantes s'observent au niveau des deux bords de la région unguéale.

Pied. — La description précédente peut s'appliquer au gros orteil du même fœtus, avec cette différence, que toutes les parties de l'épiderme présentent ici un retard notable de développement.

IV. Fœtus de 10,5/14,5, *a* ♂ (fig. 7, 8, 9).

Pouce (coupe longitudinale). — Longueur de la main = 14 mm., médius = 7 mm. 1/2. La dépression qui répond au lit de l'ongle, visible déjà au stade précédent, est maintenant parfaitement apparente et se trouve circonscrite par un sillon périphérique bien accusé. Le squelette de la phalange, qui mesure 2 mm. de long, est recouvert à son extrémité antérieure d'une calotte osseuse épaisse d'environ 265 μ. Le périchondre, composé de quelques fibres lamineuses et de corps fibro-plastiques, enveloppe la phalangette, sans émettre aucun prolongement qui le rattache aux plans épidermiques environnants. La gouttière unguéale atteint une profondeur de 268 μ; son extrémité profonde est distante de 572 μ de la base du cartilage. Le lit s'étend sur une longueur de 1 mm. 500.

Couche basilaire. — Sur le bourrelet rétro-unguéale l'épiderme, épais de 70 μ, possède une couche basilaire composée d'éléments régulièrement cubiques (8 μ). Ceux-ci décroissent à mesure qu'on s'approche de la crête du bourrelet pour faire place à une rangée d'éléments encore plus réduits, très obliquement implantés, qui règnent sur toute la paroi supérieure de la gouttière (fig. 7), où ils forment une couche profonde à peine distincte. Dans le fond de l'involution et sur la partie voisine de sa face inférieure, les cellules augmentent de volume et accusent des formes variées. Mieux encore que sur l'embryon de 7 cent. nous voyons ici des éléments arrondis ou prismatiques alterner entre eux, chevaucher les uns sur les autres ou se superposer même sur plusieurs rangs, de manière à constituer une couche dont la hauteur peut atteindre 10 à 15 μ. Ces faits témoignent en faveur d'une multiplication cellulaire active; aussi pouvons-nous désigner désormais la couche épithéliale ainsi constituée sous le nom d'*épithélium cylindrique proliférant*. A mesure qu'on s'avance, de la gouttière vers le lit, les cellules basi-

laires reprennent un aspect cylindrique, mais restent basses (9 μ de haut sur 6 de large). Elles persistent dans cet état jusqu'à la pointe du lit, et ne s'élèvent de nouveau que sur les deux versants de la fossette terminale où elles atteignent 12 μ, tandis qu'elles se réduisent à 5 ou 6 μ dans le fond même de cette dépression.

Sur la convexité du doigt et sur sa face palmaire, la couche basilaire mesure 12 μ et décrit déjà, sur la coupe, des sinuosités répondant à des papilles dermiques d'une hauteur de 20 à 25 μ. Ces papilles débutent à une distance de 120 μ du fond de la fossette terminale.

Corps muqueux [1]. — Le corps muqueux de l'épiderme du lit présente, à sa surface, une production cornée spéciale dont il n'existait aucune trace au stade précédent, et qui s'observe sur la partie antérieure de la région unguéale. La région postérieure, celle qui surmonte directement la gouttière, ne présente rien de semblable. On peut donc diviser le lit primitif en deux parties distinctes : l'une antérieure (fig. 7, *ft* à *d.*) pourvue d'un revêtement corné, l'autre postérieure, dénudée (fig. 7, *d* à *cr.*). Cette dernière s'étend jusqu'à la crête du bourrelet rétro-unguéal et possède la structure suivante : les cellules épidermiques s'aplatissent de bas en haut et se transforment, vers la surface, en lamelles imbriquées les unes sur les autres. Elles constituent par leur réunion une couche d'aspect strié plus activement colorée par le carmin que les parties profondes. Nous donnerons à cette zone le nom de *zone stratifiée* (fig. 7, *z s*). Elle se prolonge, en avant, à une faible distance sous la couche cornée superficielle, en s'amincissant graduellement. En arrière, elle s'infléchit dans la gouttière dont elle longe la paroi postérieure, sans toutefois en dépasser la partie moyenne.

Dans toute l'étendue où règne la couche cornée superficielle, (fig. 7, *e p*) l'épiderme du lit comprend *deux régions :* l'une immédiatement contiguë à la zone précédente, l'autre voisine de la fossette terminale.

La première, ou région centrale du lit (fig. 7, *m*) atteint son complet développement à 500 μ au-devant de la crête du bourrelet rétro-unguéal, et possède en ce point une épaisseur de 40 μ. Les cellules qui la constituent forment un amas distinct auquel nous pouvons donner, dès maintenant, le nom de *matrice primitive de*

1. Nous appellerons désormais corps muqueux l'ensemble des couches épidermiques comprises entre la couche basilaire et le revêtement corné ou unguéal.

l'ongle (fig. 7, *m*). C'est vers le centre de cette zone que les éléments composants présentent leur forme et leurs dimensions typiques. Ce sont des cellules ovoïdes (fig. 8, *c m*) dont le plus grand diamètre atteint 20 μ, et qui affectent une tendance à s'orienter en files obliques de haut en bas et d'arrière en avant. Leur corps transparent possède des contours nets dépourvus de crénelures, et renferment un noyau pâle à fines granulations. Ces éléments, au contact immédiat de la lame cornée superficielle (fig. 8), se chargent de grains volumineux (1 à 2), arrondis, anguleux ou en forme de croissant et qui, semblables à de grosses gouttes d'un liquide coagulé sur place, se colorent fortement en jaune par le picro-carmin (fig. 8, *k*). C'est là évidemment un premier dépôt intra-cellulaire de substance kératinienne. En avant, la matrice primitive n'a pas de limites précises; elle se prolonge et s'amincit le long de la face profonde du revêtement corné; en arrière, les cellules transparentes s'aplatissent et se réduisent même à de simples lamelles pour se continuer avec les divers feuillets de la zone stratifiée.

Les cellules les plus profondes échappent à ces transformations; elles conservent leurs dimensions habituelles, et forment ainsi une traînée cellulaire étroite (fig. 7, λ) qui réunit les assises inférieures de la matrice aux couches épithéliales de l'involution postérieure.

Toute la partie du champ unguéal, comprise entre la matrice et la rainure terminale, peut être désignée sous le nom de *segment antérieur* du lit primitif (fig. 7, *sa*). Dans cette région, la couche superficielle de l'épiderme est formée de cellules crénelées non plus aplaties, mais régulièrement polyédriques et dont le corps finement ponctué se colore légèrement par le picro-carmin. Dans les couches voisines de la surface, on observe des modifications qui aboutissent à la production d'un *stratum corneum* (fig. 9). Partout à peu près au même niveau, les cellules épidermiques se remplissent de très fines granulations, réfringentes, incolores ou jaunâtres (fig. 9, *e*) qui s'accumulent parfois au point de masquer le noyau. C'est autour de celui-ci qu'elles se montrent en premier lieu, d'abord isolées, puis fusionnées bientôt en une véritable couronne qui entoure le corps nucléaire (fig. 9). Simultanément les éléments se colorent plus activement sur leurs bords, et se condensent en une couche cornée que nous décrirons plus loin. Il est indéniable qu'au milieu des cellules à fines granulations, s'en rencontrent d'autres à gros grains de kératine. Mais ces dernières sont toujours rares et

disséminées, elles représentent les vestiges antérieurs de la matrice primitive.

C'est sur le versant proximal de la fossette, et un peu en arrière de ce point, que s'observent le mieux les détails précédents.

Sur le versant distal, l'aspect change totalement. Les cellules épithéliales superficielles restent volumineuses et ne renferment plus la moindre trace de granulations; quelques-unes d'entre elles prennent sur leur contour une teinte foncée par le picro-carmin, tandis que leur centre reste transparent. Il résulte de là que, par places, des noyaux et du protoplasme incolore semblent englobés dans un réticulum coloré qui représente de la substance cornée en voie de formation. En somme, nous voyons débuter ici la production d'un *stratum corneum*, sans l'intervention des cellules à éléidine.

Couche cornée superficielle. — La couche cornée du lit primitif (fig. 7, 8, *e p*), épaisse de 40 μ sur l'extrémité antérieure de celui-ci, s'étend, en diminuant de hauteur, jusqu'à une distance de 270 μ au-devant de la crête du bourrelet rétro-unguéal, où elle se réduit à 7 ou 8 μ. Sa structure n'est pas identique sur toute son étendue.

En avant, dans la région correspondante au segment antérieur du lit, elle se compose de deux zones superposées : l'une profonde, colorée en rouge, et dérivant directement des cellules à fines granulations (fig. 9, μ) qui se fusionnent en une couche dense et continue, l'autre superficielle (fig. 9, δ), plus lâche, formée d'éléments transparents dont les bords seuls se colorent faiblement, et qui semblent être les restes des cellules desquamantes des stades antérieurs. En arrière, vers la région de la matrice primitive, toute la partie superficielle de la lame cornée disparaît; son assise profonde seule persiste et prend un aspect strié. Elle paraît composée de cellules modifiées, aplaties, et fusionnées en une série de lamelles qui se superposent suivant des plans obliques de haut en bas et d'arrière en avant. En bien des points même, des cellules, incomplètement englobées, restent visibles au milieu des lames cornées et leur imposent une disposition irrégulière. La coloration du revêtement épidermique, sous l'action du picro-carmin, n'est pas uniforme. Tandis que les parties superficielles de la lame cornée restent rouges (fig. 8, θ) sur toute leur étendue, les zones moyennes prennent déjà, au stade actuel, une teinte orangée qui passe au jaune dans les couches inférieures (fig. 8, η). Celles-ci ne sont pas

limitées à leur face profonde, en rapport avec la matrice primitive, par un bord rectiligne, mais elles émettent au contraire une série de prolongements qui semblent pénétrer obliquement contre les rangées cellulaires de la matrice. Un examen plus attentif nous montre que ces sortes d'éperons résultent de la présence des cellules qui, déjà kératinisées sur leurs bords, adhèrent aux couches de revêtement dont elles formeront bientôt partie intégrante.

Dans son ensemble, le *stratum corneum* que nous venons de décrire représente évidemment l'eponychium de Unna.

Coupe transversale. — Index (fig. 19). Sur une coupe rasant la tête du cartilage et passant par la partie la plus avancée du lit, on remarque, avant tout, le peu de profondeur des involutions latérales, situées dans le prolongement de l'axe transversal de la phalange. La région unguéale est couverte, dans sa partie centrale, par une couche basilaire (18 μ) qui déjà commence à décrire quelques sinuosités, très espacées, peu profondes et dont la hauteur n'excède pas 8 à 10 μ. Les assises moyennes de l'épiderme nous montrent, en coupe transversale, la zone des cellules à fines granulations au milieu desquelles apparaissent, égarés çà et là, quelques éléments à grains de kératine. Un *stratum corneum* lâche revêt toutes les couches précédentes, sans dépasser les limites de la région unguéale proprement dite. Sur les côtés et sur la face palmaire du doigt, les éminences papillaires se montrent déjà bien dessinées (26 μ), mais elles ne commencent qu'à une certaine distance des involutions latérales du lit dont elles restent séparées par une région absolument lisse.

Sur une coupe médiane du lit, l'aspect change quelque peu. Les involutions latérales sont ici plus profondes et bien accusées, non seulement par l'invagination plus complète de la couche basilaire, mais encore par la présence d'un sillon superficiel dont le bord externe saillant se soulève en un bourrelet épidermique.

Sur la convexité du lit, la couche basilaire, composée de cellules cylindriques à pied dentelé, mesure 10 à 12 μ de haut et décrit quelques sinuosités plus faibles que sur la coupe précédente. Ces plis s'accusent davantage sur les côtés du champ unguéal qui porte à cette époque 2 à 3 véritables sillons étendus sans doute jusqu'au fond de l'involution postérieure où on les retrouve en coupe longitudinale. Sur le bord externe ou palmaire des involutions la couche basilaire reste toujours très basse, et renferme de petits éléments cubiques. La couche moyenne de l'épiderme, qui atteint 20 μ

d'épaisseur, est formée de cellules dont l'aspect varie légèrement, suivant que la coupe passe en avant ou au milieu de la matrice primitive. Abstraction faite de ces différences, dont nos coupes longitudinales nous rendent facilement compte, on peut dire qu'ici les éléments à grains de kératine sont répartis dans toute l'étendue du lit, mais plus abondants toutefois dans les couches cellulaires comprises à l'intérieur des involutions latérales.

Au niveau de la matrice, la région unguéale est recouverte par une couche cornée de 12 à 14 μ d'épaisseur, colorée en rouge vers sa face libre, en jaune pâle vers sa face adhérente, et dont les deux bords, sertis dans les sillons latéraux du lit, restent continus avec les bourrelets épidermiques qui, de chaque côté, limitent le champ de l'ongle. Ces bourrelets eux-mêmes renferment une notable proportion de cellules à fines granulations absolument identiques à celles que nous avons signalées sur le versant proximal de la fossette terminale. Cette zone donne de même naissance à des lamelles qui se condensent, et contribuent principalement à la constitution des couches cornées les plus superficielles.

Pied (fig. 10). — Le pied, depuis la saillie du talon jusqu'à l'extrémité du deuxième orteil = 17 mill. et demi. Orteils = 4 mill. Le lit primitif, parfaitement visible à l'œil nu, se montre sous l'aspect d'une dépression ovalaire, circonscrite par un sillon plus accusé du côté de la racine du doigt que vers sa pointe.

Le cartilage de la phalangette du gros orteil mesure 1 mm. 8 de long sur 1 mm. de large à sa base, et se trouve recouvert, à son extrémité, d'une calotte osseuse dont l'épaisseur atteint 170 μ. Le périchondre, qui commence à prendre une structure fibrillaire, n'émet aucun prolongement qui le rattache à la face profonde des téguments.

Le développement des diverses parties de l'épiderme s'accuse par les mesurations suivantes : la gouttière unguéale s'étend à une profondeur de 310 à 325 μ, et sur une largeur de 44 μ; son fond se trouve situé à 530 μ au-devant de la base de la phalangette. Le lit se prolonge sur une étendue de 1 mm. 12, depuis la crête du bourrelet rétro-unguéal jusqu'à la fossette terminale. L'épaisseur totale de l'épiderme varie notablement suivant les points observés; sur le bourrelet rétro-unguéal elle atteint 36 μ, sur l'origine du lit 70 μ, à son extrémité antérieure 140 μ.

Les premières papilles dermiques apparaissent à 238 μ en avant de la fossette terminale, et se prolongent sur la convexité et la face

palmaire de l'orteil, en décrivant des sinuosités dont la hauteur est comprise entre 25 et 30 μ.

Au point de vue de la structure, nous retrouvons, mais moins accusés, tous les détails signalés sur le pouce du même embryon. La couche basilaire est formée, le long de la paroi supérieure de la gouttière, par des éléments cubiques de petite dimension (3 à 4 μ); dans le reste de son trajet, elle passe successivement par les formes suivantes : épithélium cylindrique proliférant dans le fond de l'involution ainsi que sur la partie avoisinante de la paroi inférieure; épithélium cylindrique large sur le lit; épithélium cylindrique allongé au niveau des deux versants de la fossette terminale ainsi que sur la convexité de l'orteil.

Le corps muqueux de l'épiderme se décompose encore en deux régions : l'une dénudée située en arrière (*cr à d*), l'autre recouverte d'une lame cornée et comprenant environ la moitié antérieure du lit (*d en ft*). Dans la région postérieure, nous retrouvons au voisinage de la surface une zone stratifiée (*zs*) en voie de formation. Elle s'étend jusqu'à 380 μ au-devant de la gouttière, et se continue superficiellement avec les couches de cellules polyédriques finement ponctuées qui constituent la partie antérieure du lit primitif. — A l'union de ces deux zones de structure différente, apparaît la matrice primitive (*m*), à 70 μ environ au-devant du bourrelet rétro-unguéal. Elle se montre sous l'aspect d'un îlot de cellules claires, inclus au milieu des couches environnantes, et se prolonge en arrière vers la gouttière de l'ongle en passant sous la zone stratifiée.

Elle reste donc profonde, et n'arrive pas au contact de la surface épidermique. — Les cellules qui la constituent sont volumineuses, transparentes; elles diffèrent de celles décrites sur le pouce par l'abondance beaucoup moins grande de grains de kératine à leur intérieur. Sur la plupart des coupes, on ne rencontre guère qu'une ou tout au plus deux cellules dont les corps contiennent une grosse goutte de substance kératinienne.

La couche cornée superficielle (*ep*) atteint, sur le versant proximal de la fossette, sa plus grande épaisseur (56 μ).

En arrière de ce point, elle décroît assez rapidement pour disparaître vers le milieu du lit; elle conserve dans toute son étendue une structure identique.

Elle est formée d'une zone profonde (μ), compacte, colorée en rouge par le picro-carmin, et d'une zone superficielle formée par une

agglomération de cellules transparentes et gonflées qui paraissent en voie de desquamation (δ).

V. Fœtus de 11, 8/17, *a* ♂ (fig. 11, 12, 13).

Pouce. — La main mesure 17 millimètres, le médius 7 mm. 1/2. La région du lit de l'ongle offre le même aspect qu'au stade précédent, elle est seulement plus apparente et mieux délimitée.

La phalangette du pouce, longue de 2 millimètres, présente une base large de 1 mm. 254; sa pointe est recouverte d'un chapeau osseux dont l'épaisseur maxima atteint 130 μ.

La gouttière de l'ongle s'enfonce dans le tissu mésoblastique sur une profondeur de 460 μ environ; sa partie la plus décline se trouve située à 600 μ au-devant de la base de la phalangette. Le lit de l'ongle se prolonge sur une étendue de 1 mm. 320, il est donc plus court que sur l'embryon de 10 centimètres, et cette diminution est due au développement plus considérable du bourrelet rétro-unguéal qui s'est rapproché de la pointe du doigt.

Epiderme. — Ce qui frappe avant tout sur les coupes du stade actuel, c'est que la division de l'épiderme du lit en région dénudée et couverte n'existe plus. — La couche cornée primitive, dans son développement antéro-postérieur, a rejoint le bourrelet rétro-unguéal; et revêt maintenant dans toute son étendue le territoire sur lequel va évoluer l'ongle. Celui-ci, d'ailleurs, commence à apparaître et se substitue à l'éponychium de Unna.

La matrice primitive de l'ongle (fig. 11, *m*) est composée maintenant de cellules moins transparentes, et ne serait guère reconnaissable, si l'on ne tenait compte de la dimension et de la disposition des éléments qui la constituent. Ceux-ci, en effet, conservent leur volume habituel (20 μ), leur forme ovalaire et leur agencement en files obliques de haut en bas et d'arrière en avant; ils renferment des grains de kératine dans les couches superficielles, au contact immédiat de la couche cornée. Ainsi définie, la matrice primitive s'étend au-devant de la gouttière, empiétant à la fois sur celle-ci et sur la partie postérieure du lit de l'ongle. Elle a donc subi, dans son ensemble, un mouvement de recul qui l'a transportée au niveau de l'entrée même de l'involution postérieure. Elle se prolonge en avant, le long de la surface épidermique, en s'amincissant de plus en plus aux dépens de sa face inférieure, et s'avance ainsi jusqu'à 100 μ au-devant du bourrelet rétro-unguéal.

En arrière, les files cellulaires obliques de la matrice, par suite d'un aplatissement graduel des éléments composants, donnent naissance vers leur extrémité postéro-supérieure à une traînée cellulaire plus dense (fig 13, *zs*), située à égale distance des parois de la gouttière, et qui représente la zone stratifiée du stade précédent. Cette zone permet ainsi de décomposer la masse cellulaire qui occupe l'entrée de l'involution unguéale en deux portions distinctes : l'une inférieure ou prolongement de la matrice (fig. 13, *m*), l'autre supérieure qui deviendra l'épiderme sus-unguéal, et qu'on peut nommer provisoirement couche épithéliale du toit de la gouttière (fig. 13, *et*).

Cette dernière région est formée de petites cellules crénelées disposées en rangées parallèles aux faces de la rainure unguéale ; elle se continue en avant avec l'épiderme rétro-unguéal, et se confond en arrière avec la masse cellulaire indivise qui remplit le fond de l'involution postérieure.

Ongle et couche cornée. — La couche cornée offre la structure suivante : au-dessus de la gouttière elle mesure 18 μ d'épaisseur et se divise nettement en deux assises : l'une superficielle (14 μ), colorée en rouge, l'autre profonde (3 μ), possédant une teinte jaune (fig. 11, *pe* et *op*). Ces deux couches réunies poussent vers l'origine de la gouttière un prolongement triangulaire sur la coupe, mesurant 125 μ de long, sur 10 μ de large à sa base adhérente ; elles donnent ainsi naissance à une saillie en forme de coin, qui, dans les stades ultérieurs, s'enfoncera de plus en plus entre les cellules du bourgeon radiculaire pour les cliver en deux plans distincts. Nous donnerons à cette production le nom d'*éperon radiculaire* (fig. 11, 13, *er*).

Au-dessus de cet éperon, la lame cornée superficielle colorée en rouge ne s'étend qu'à une distance de 80 μ au-devant de la crête du bourrelet rétro-unguéal ; son extrémité antérieure rompue apparaît sur nos préparations comme déchiquetée et se détache légèrement des couches sous-jacentes. Elle forme ainsi une lamelle cornée qui représente le premier rudiment du *périonix* (fig. 11, 13, *pe*).

La couche jaune au contraire se prolonge sur toute l'étendue du lit, ne dépassant pas 5 à 6 μ d'épaisseur, et prenant à mesure qu'elle se rapproche de la pointe du doigt une coloration qui tire de plus en plus sur le rouge : elle finit ainsi par se confondre avec le *stratum corneum* qui recouvre en ce point l'épiderme. Vers le 1/3 antérieur du lit, nous retrouvons l'extrémité opposée (fig. 11, *ep*) de la

lame superficielle rompue, soulevée d'arrière en avant, mais encore adhérente à la couche cornée qui, à partir de ce point, s'épaissit rapidement et atteint 56 μ sur le versant proximal de la fossette terminale (*ep*). La couche jaune, qui se trouve à nu sur toute la partie moyenne du lit, représente bien certainement un premier dépôt de substance ungéale; nous lui donnerons dès maintenant le nom d'*ongle primitif* (fig. 11, *op*). Sa structure est nettement feuilletée; l'ongle est obliquement strié de haut en bas et d'arrière en avant, il se compose d'un grand nombre de lamelles qui se superposent dans la même direction et dont quelques-unes paraissent même en plusieurs points se détacher de la surface (fig. 11). Au niveau de la matrice primitive, là où les cellules à grains de kératine sont en contact avec la lame unguéale, celle-ci est pourvue le long de sa face adhérente d'une série de prolongements qui s'enfoncent obliquement entre les éléments sous-jacents, et constituent des éperons d'accroissement analogues à ceux que nous avons décrits sur l'embryon de 10 centimètres. Ils se distinguent seulement de ces derniers par leur coloration jaune plus franche et leur réfringence plus grande.

Sur le versant distal de la fossette terminale, les cellules les plus superficielles paraissent être le siège d'une transformation cornée qui s'effectue sans l'intervention d'aucune granulation d'éléidine; elle débute sur les bords du corps cellulaire, et envahit graduellement la partie centrale de l'élément. Ces cellules ainsi modifiées semblent (fig. 12, *cc*) pourvues d'une véritable paroi qui se colore en rouge par le picro-carmin; elles s'aplatissent et se condensent vers la surface, donnant ainsi naissance à un *stratum corneum* assez lâche qui s'étend et se perd sur la convexité du doigt (*sc*, fig. 12).

L'épiderme présente dans la région unguéale les dimensions suivantes : sur le bourrelet rétro-unguéal il mesure 30 μ, sur la partie postérieure du lit 70 μ, vers son milieu 44 μ, à son extrémité antérieure 112 μ. Les papilles dermiques de l'extrémité digitale ont environ 40 μ de hauteur.

VI. Embryon de 12,5/18 ♂ cent. *b*.

Pouce. — Main = 18 millimètres; médius = 9 millimètres. — La phalangette du pouce, longue de 2 mm. 50 et large à sa base de 1 millimètre, est recouverte d'une calotte osseuse dont l'épaisseur atteint 330 μ. La gouttière de l'ongle mesure 660 μ de profondeur

sur une épaisseur de 70 à 80 μ, sa partie la plus déclive est située à 660 μ au-devant de la base articulaire du cartilage. La longueur du lit de l'ongle peut être évaluée à 1 mm. 50.

La couche basilaire, disposée dans son ensemble comme sur l'embryon de 10 centimètres, acquiert ici des dimensions plus considérables. Sur la paroi supérieure de la gouttière elle a 6 μ de haut, sur la paroi inférieure 14 à 15 μ, et sur le lit 10 à 12 μ. En ce dernier point, elle se compose de cellules cylindriques larges qui s'allongent et se rétrécissent quelque peu au niveau des deux versants de la fossette terminale.

Recouvert dans toute son étendue par l'ongle primitif et par les restes de la couche cornée superficielle, l'épiderme du lit se divise en trois régions :

1° *La matrice primitive* (fig. 14, *m*). — Celle-ci occupe l'entrée de la gouttière, c'est-à-dire la même situation que sur l'embryon de 11 cent. Elle se prolonge en arrière, le long de la paroi inférieure de l'involution, et finit par se confondre avec la masse cellulaire qui, sur une profondeur de 440 μ environ, remplit le fond même de la rainure unguéale. En avant, elle s'amincit graduellement aux dépens de sa partie profonde, et s'étend en s'effilant le long de la surface épidermique jusqu'à une distance de 660 μ environ au delà du bourrelet rétro-unguéal. Nous n'insisterons plus sur la structure de cette zone génératrice qui nous est déjà connue. Il nous suffira de rappeler que les cellules épithéliales restent ici volumineuses (20 μ), à angles arrondis, dépourvues de crénelures, et qu'elles renferment, au voisinage de la lame unguéale, un grand nombre de grains de kératine. Ceux-ci mesurent environ 6 μ de diamètre et s'observent au nombre de 2 à 3 par élément. En somme, la matrice primitive est bien développée ; elle se montre telle que nous la reproduisons dans notre figure 14, où tous les détails précédents sont faciles à reconnaître.

2° *Couche épithéliale du toit* (épiderme sus-unguéal). — Cette couche (fig. 13, *et*) règne le long de la paroi supérieure de la gouttière sous forme d'une bande plus colorée, dont la partie postérieure s'avance un peu au delà du milieu de l'involution, et qui se continue en avant avec l'épiderme rétro-unguéal. Cette région est contiguë par son bord inférieur à l'éperon radiculaire et à la zone stratifiée qui la séparent de la matrice primitive. Les cellules qui la constituent ont le même aspect que chez le fœtus de 10 centimètres.

3° *Le segment antérieur du lit.* — Celui-ci est constitué (fig. 14, *sa*) par des cellules qui, dès maintenant, paraissent avoir acquis leur forme définitive. Polyédriques, à angles nettement accusés, pourvues de crénelures et finement ponctuées, elles se superposent sur quatre ou cinq rangs et se chargent, dans les parties superficielles de l'épiderme, d'une infinité de granulations analogues à celles que nous avons signalées sur le fœtus de 10 centimètres et que nous croyons pouvoir rattacher à l'éléidine de Ranvier. C'est sur le bourrelet qui précède la fossette terminale que ces éléments granuleux se montrent en plus grande abondance; en arrière, du côté de la matrice, ils disparaissent graduellement pour faire place aux cellules à grains de kératine.

Couche cornée, ongle primitif. — L'épiderme rétro-unguéal est recouvert d'une mince couche cornée, colorée en rouge, qui se prolonge à une faible distance sur le lit sous forme d'une lamelle dont l'extrémité antérieure apparaît comme rompue et légèrement détachée de la surface. Elle constitue ainsi un périonix bien développé, ayant environ 170 μ de long sur 15 μ de large.

Immédiatement sous ce périonix apparaît une lame mince de substance unguéale qui, en s'unissant aux couches cornées susjacentes, contribue à former avec elles une saillie cunéiforme dont le sommet plonge au milieu de la masse cellulaire de la gouttière : c'est l'éperon radiculaire (fig. 13, *er*).

Jamais le dépôt d'ongle primitif n'atteint le sommet même de cet éperon constitué uniquement par couches cornées nouvelles dont le mode de formation peut être suivi pour ainsi dire pas à pas, dans toute l'étendue de la zone stratifiée. Celle-ci répond à la description que nous en avons faite chez le fœtus de 11 centimètres. Notre figure 13 représente exactement l'état actuel, mais s'applique tout aussi bien au stade précédent qui ne diffère que par un moindre développement des parties.

L'ongle primitif, mesurant 10 μ au niveau de la matrice, s'étend sur toute la surface du lit en s'amincissant progressivement d'arrière en avant, et finit par se confondre, à un demi-millimètre en arrière de la fossette terminale, avec l'épais revêtement corné qui recouvre en ce point l'épiderme. Au niveau de la fusion de ces deux couches, qui d'ailleurs s'effectue sans ligne de démarcation, on retrouve sur plusieurs de nos coupes l'extrémité antérieure de la couche cornée

superficielle rompue et soulevée d'arrière en avant comme chez le fœtus de 11 centimètres (fig. 11, *ep*).

La lame qui représente l'ongle primitif (fig. 14, *op*) apparaît maintenant comme une production parfaitement indépendante. Elle adhère dans toute son étendue à l'épiderme, et s'y fixe par des éperons d'accroissements (fig. 14, ♀), visibles surtout au niveau de la région des cellules à kératine.

Sa coloration, jaune clair en arrière, passe graduellement au rouge, à mesure qu'on s'approche de l'extrémité antérieure du lit; sa structure est feuilletée, mais lâche et irrégulière, car, au milieu des lamelles obliquement superposées, on trouve çà et là des cellules incomplètement englobées dans la substance fondamentale.

Sur le versant distal de la fossette terminale, l'épiderme est recouvert d'un *stratum corneum* qui s'amincit et se perd en contournant l'extrémité digitale. Il n'existe ici aucune trace d'un *stratum granulosum*.

VII. Embryon de 13/19 cent. *a* ♂.

Pouce (coupe longitudinale). — Main = 2 cent. 0,5; médius = 13 millimètres. La région unguéale est circonscrite par un sillon qui, dans son trajet curviligne, limite une dépression de forme ovalaire. La deuxième phalange du pouce, d'une longueur totale de 2 mm. 800, et large à sa base de 1 mm. 250, est recouverte vers la pointe d'une couche osseuse dont l'épaisseur peut être évaluée à 330 μ.

La gouttière de l'ongle atteint 660 μ; son fond se trouve à 750 μ au-devant de la base du cartilage. Le lit mesure 1 mm. 650 en longueur.

Épiderme. — La couche basilaire ne mérite aucune description spéciale; notons seulement que les sinuosités qu'elle décrit, vers le fond de la gouttière, sont ici plus nombreuses (4 à 5), et plus fortement accusées que dans les stades antérieurs. Dans le corps muqueux, on distingue toujours la matrice primitive, la couche épithéliale du toit et la région antérieure du lit formée de cellules polyédriques, crénelées, petites et de dimensions à peu près toutes égales.

La matrice primitive atteint ici son complet développement à l'entrée même de la gouttière, où elle occupe toute la hauteur du

corps muqueux. Elle se prolonge en avant, en s'amincissant graduellement, jusqu'à 260 μ, au-devant du bourrelet rétro-unguéal, sans toutefois présenter de limites bien précises vers la région antérieure du lit. En arrière, elle suit le plancher de la gouttière sur une étendue d'environ 340 μ, et se confond avec la masse de cellules indifférentes qui remplissent le fond même de l'involution. Elle occupe donc dans son ensemble la même situation qu'au stade précédent, mais sa partie postérieure a subi une extension nouvelle en arrière et se rapproche davantage du fond de la gouttière. Les cellules qui constituent la région que nous venons de limiter sont toujours volumineuses (20 μ), et se superposent sur quatre à cinq rangs en files obliques dont l'orientation de haut en bas et d'arrière en avant est plus évidente que sur les fœtus précédents. Au niveau des couches qui sont en contact immédiat avec l'ongle primitif, les éléments deviennent plus clairs, ils se chargent de gros grains de kératine et se montrent bordés çà et là d'un liseré transparent, continu avec les lamelles unguéales sus-jacentes et semblable à la coupe optique d'une paroi cellulaire épaissie et réfringente. Cet aspect, déjà visible, mais moins prononcé aux stades précédents, nous paraît résulter d'une modification constitutive du protoplasme débutant sur les bords de la cellule; nous donnerons à ce phénomène le nom de *kératinisation marginale*.

Les cellules voisines du toit de la gouttière restent petites, opaques et plus colorées; elles se disposent sur deux ou trois rangs, parallèlement au bord supérieur de l'involution, formant une bande étroite, séparée de la matrice primitive par l'éperon radiculaire auquel fait suite une zone stratifiée analogue à celle que nous avons décrite chez le fœtus de 12 centimètres. L'éperon pénètre environ jusqu'au quart interne de la gouttière; il n'est plus maintenant d'une teinte uniforme, mais se compose de deux bandes intimement confondues : l'une supérieure, rouge, se continuant avec la couche cornée du périonix; l'autre, inférieure, jaune, prolongement direct de l'ongle primitif. Cette disposition s'explique si l'on observe que les cellules à grains de kératine commencent à reculer et qu'on en voit déjà quelques-unes le long du bord inférieur de l'éperon radiculaire, où elles forment un premier dépôt de substance unguéale. Le fond de l'involution est toujours rempli de cellules crénelées qui ne présentent encore aucune modification importante.

Sur la partie antérieure du lit, l'évolution épidermique est surtout active au niveau du bourrelet qui précède la fossette terminale; elle se manifeste ici dans les couches superficielles de corps muqueux par la présence de cellules à fines granulations très abondantes en avant, mais plus rares à mesure qu'on se rapproche de la matrice primitive. Il résulte de cette disposition qu'il existe, entre la matrice et le segment antérieur du lit, une région intermédiaire où les cellules, bien que dépourvues de toutes granulations, subissent cependant la kératinisation marginale, et participent ainsi à la formation de l'ongle primitif.

Couche cornée et ongle. — L'épiderme du bourrelet rétro-unguéal est recouvert d'une mince couche cornée rouge qui se prolonge en un périonix libre et légèrement détaché de l'ongle sous-jacent, de sorte que la gouttière paraît s'entr'ouvrir.

L'ongle primitif mesure en arrière 6 μ d'épaisseur et atteint 8 μ vers son milieu; sa coloration jaune et sa structure lamelleuse sont surtout évidentes sur le segment postérieur du lit, où l'on voit apparaître un commencement de desquamation superficielle. La couche unguéale se prolonge en avant, mais en diminuant progressivement d'épaisseur et en perdant sa coloration jaune, pour se confondre, sans ligne de démarcation, avec le *stratum corneum* épais qui revêt l'épiderme au niveau de la fossette terminale. Celle-ci, moins profonde, paraît avoir une tendance à s'effacer, et en arrière d'elle apparaît un pli nouveau que nous verrons s'accuser davantage au stade suivant. — Sur le versant distal de la fossette, et vers la surface de l'épiderme dépourvue d'ailleurs de toute zone granuleuse, on observe une couche cornée stratifiée, assez lâche (20 μ), qui s'atténue et disparaît sur la convexité de l'extrémité digitale.

Les chiffres suivants résument le développement du stade actuel :

L'épiderme, toutes couches comprises, mesure sur le bourrelet rétro-unguéal 28 μ, sur la partie postérieure du lit 54 μ, vers son milieu 48 μ, vers son extrémité antérieure 180 μ.

Les premières involutions des glandes sudoripares apparaissent à 200 μ en avant du fond de la fossette. Les papilles du derme ont environ 60 μ de haut.

Coupe transversale. — Sur l'index de l'embryon de 13 centimètres, nous noterons les particularités suivantes :

1° L'existence sur le lit d'une couche basilaire composée de cel-

lules cubiques, à pied dentelé, qui ne dépassent pas le fond des involutions latérales.

2° La présence de crêtes de Henle peu accusées, mais déjà nettement apparentes, plus élevées sur les côtés du lit, où elles atteignent 30 μ, que sur sa partie centrale où elles ne dépassent pas 10 à 12 μ de haut. Les crêtes médianes s'arrêtent toujours en arrière au niveau de la matrice, dépourvue de toute éminence papillaire, tandis que les plus latérales s'étendent jusqu'à l'involution postérieure. Sur les coupes les plus antérieures, passant par le versant proximal de la fossette, les dépressions de la couche basilaire, répondant aux crêtes de Henle, sont plus espacées et plus profondes.

3° La persistance d'une couche de cellules à kératine, et d'un ongle primitif avec sa structure feuilletée, lâche, et sa surface libre soumise à l'exfoliation.

Deux bourrelets épidermiques, limitant de chaque côté le lit, renferment une traînée de cellules à fines granulations et donnent naissance à un *stratum corneum* analogue à celui qui, à cette époque, persiste sur le versant proximal de la fossette terminale.

VIII. Fœtus de 14/20 cent., *a*, ♀.

Pied. — Pied = 26 millimètres; deuxième orteil = 4 mm. 1/2. — La longueur de la deuxième phalange du gros orteil peut être évaluée à 2 mm. 670, la largeur de sa base à 1 mm. 510. La gouttière de l'ongle atteint 725 μ, et s'arrête à 960 μ au-devant de la base de la phalangette. Le lit s'étend sur une longueur de 1 mm. 250. La dépression qui limite ce lit vers la pointe du doigt ne répond plus à la fossette terminale, mais à un pli secondaire formé en arrière de celle-ci. En effet, si l'on compare les deux stades consécutifs, on reconnaît que sur l'orteil du fœtus de 13 centimètres le lit mesurait 1 mm. 320, et qu'il s'est donc raccourci actuellement de 70 μ. Cette réduction ne peut être attribuée au développement du bourrelet rétro-unguéal, car celui-ci s'est porté en avant d'une quantité égale à l'allongement du squelette qui est de 498 à 500 μ. Les parties molles situées en avant du cartilage ont, au contraire, subi un accroissement plus considérable, car la distance axiale qui sépare de l'extrémité antérieure du squelette les téguments de la convexité du doigt, se trouve augmentée, chez le fœtus de 14 centimèrets d'une quantité égale à 430 μ. La longueur du lit devrait donc

maintenant avoir subi le même accroissement et mesurer 1 mm. 320 + 430 μ = 1 mm. 750. En estimant cette distance à partir du bourrelet rétro-unguéal, on dépasse de 500 μ la position réelle du sillon qui, actuellement, forme la limite antérieure du lit.

Celle-ci ne répond plus, par conséquent, à la fossette terminale primitive, mais se trouve indiquée par une dépression de nouvelle formation que nous appellerons désormais *fossette pré-terminale*.

Couche basilaire de l'épiderme. — Dans l'involution postérieure, et sur la partie la plus reculée de sa paroi inférieure, la couche basilaire est formée par un épithelium cylindrique proliférant, dont la hauteur atteint 12 à 14 μ. Dans toute la région qui répond à la matrice primitive, c'est-à-dire sur la moitié externe environ du plancher de la gouttière et sur la partie attenante du lit unguéal, la couche basilaire ne possède plus de limites bien précises; elle est constituée par des cellules irrégulières qui passent insensiblement de la forme cylindrique à la forme polyédrique propre aux éléments de la couche sus-jacente.

Partout ailleurs on retrouve des dispositions qui nous sont déjà connues.

Corps muqueux. — L'épiderme du bourrelet rétro-unguéal, formé de cellules pavimenteuses crénelées, disposées sur plusieurs rangs, ne renferme encore aucune trace de *stratum granulosum*. Il est recouvert cependant d'une mince couche cornée, colorée en rouge, qui se condense et proémine en un *perionix* libre à la surface du lit.

Composé à son origine des deux lames, qui se continuent l'une avec l'ongle, l'autre avec le *stratum corneum* du bourrelet rétro-unguéal, l'éperon radiculaire a poussé en profondeur; il reste visible sur une longueur de 200 μ à partir de l'entrée de la gouttière, et se prolonge au delà par une zone stratifiée dont les derniers vestiges disparaissent à 400 μ du fond de l'involution.

C'est à ce stade que, pour la première fois, la gouttière unguéale s'entr'ouvre, par suite d'une fissuration produite dans l'épaisseur même de l'éperon radiculaire, à l'union des deux couches qui le composent. Il résulte de là que la masse épithéliale de l'involution postérieure se sépare en deux zones bien distinctes : l'une supérieure étroite, c'est la couche cellulaire du toit qui peut être con-

sidérée maintenant comme épiderme sus-unguéal; l'autre inférieure qui n'est qu'une dépendance de la matrice primitive [1].

La matrice est toujours située à l'entrée de la gouttière, où elle atteint son complet développement et occupe toute la hauteur du corps muqueux. Elle gagne en étendue, et son mouvement d'extension en arrière, déjà commencé au stade précédent, s'accuse maintenant avec plus d'évidence. La disposition des éléments en files obliques se rencontre plus près du fond de la gouttière, et les cellules à grains de kératine descendent peu à peu le long de la face inférieure de l'éperon radiculaire.

Elles restent néanmoins nombreuses, dans la région sous-jacente au périonix, mais quelques-unes d'entre elles, au contact direct de la lame unguéale, subissent déjà en ce point des modifications importantes.

Elles prennent une forme polyédrique; à angles nettement accusés, restent dépourvues de crénelures, et se colorent légèrement par le picro-carmin. Le corps cellulaire se remplit de très fines *granulations foncées* qui remplacent les grains de kératine totalement disparus, et semblent être formées par une substance nouvelle que nous croyons pouvoir assimiler à la *substance onychogène* de Ranvier. Ces cellules modifiées représentent le premier rudiment de la matrice de l'ongle définitif.

Sur toute la région antérieure du lit, nous retrouvons un corps muqueux à cellules polyédriques finement crénelées, qui, dans les couches superficielles, se remplissent de petites granulations et donnent ainsi naissance à un *stratum granulosum*, visible surtout au niveau du bourrelet épidermique situé au-devant de la fossette pré-terminale. Cette zone granuleuse ne s'étend pas au delà de cette région.

Couche cornée et ongle. — Le lit tout entier est recouvert d'une couche jaune, transparente, qui, toutefois, ne présente une structure compacte que sur la partie postérieure de son trajet. En arrière, elle s'invagine dans la gouttière où elle forme la lame inférieure de l'éperon radiculaire; dans la région antérieure du lit cette

1. Il paraît évident que cette fissuration de l'éperon radiculaire, que nous aurons également à mentionner dans les stades ultérieurs, doit être considérée comme le résultat mécanique du procédé de préparation. Ce fait n'en témoigne pas moins en faveur du peu d'adhérence des couches sus-unguéales à la surface de l'ongle nouvellement formé.

couche superficielle, de teinte jaune moins prononcée, devient en même temps moins dense, et se laisse dissocier çà et là en minces filaments qui flottent sur le bord de la préparation. Ce n'est qu'à la partie postérieure du lit, immédiatement au-dessus de la région où les cellules à kératine commencent à se modifier, que l'on observe une couche compacte, épaisse de 15 μ, nettement striée de haut en bas et d'arrière en avant, et colorée par les réactifs en jaune intense. Nous considérons cette substance comme le premier dépôt d'*ongle définitif*. Cette lame unguéale se continue d'ailleurs, sans aucune ligne de démarcation, avec les parties attenantes de structure moins avancée.

Au niveau de la fossette pré-terminale, et sur toute la région située au delà, l'épiderme est recouvert d'une couche cornée assez lâche, qui s'étend jusqu'à l'extrémité du doigt.

Pouce (fig. 15), coupe longitudinale. — Main = 23 millimètres; médius = 12 mm. 1/2. La phalangette du pouce mesure 2 mm. 900; la gouttière de l'ongle atteint une longueur de 860 μ, son fond se trouve à 925 μ au-devant de la base du cartilage. A l'extrémité antérieure du doigt, la surface cutanée se montre creusée de deux sillons séparés par un renflement épidermique. Un calcul, analogue à celui que nous avons exposé à propos de l'orteil du même fœtus, nous prouve que la dépression la plus éloignée (*ft*) de la racine de l'ongle répond à l'ancienne fossette terminale, tandis que la seconde (*fpt*) s'est produite immédiatement en arrière du bourrelet qui, au stade précédent, occupait la partie antérieure du lit primitif. Celui-ci se trouve donc rétréci; il ne mesure plus que 1 mm. 490 à 1 mm. 520 jusqu'à la première fossette que nous appellerons *pré-terminale*, et qui limite maintenant le terrain sur lequel évoluera l'ongle définitif.

Couche basilaire. — La couche basilaire est semblable à celle que nous avons décrite sur l'orteil du présent embryon; la couche cylindrique profonde perd de même ses limites précises, vers l'entrée de la gouttière, et paraît donner naissance aux éléments des régions sus-jacentes.

Corps muqueux. — L'éperon radiculaire (*er*) s'enfonce dans la gouttière sur une longueur de 490 μ; il se compose, dans la plus grande partie de son trajet, d'une bande supérieure, colorée en rouge, qui va s'unir à la couche cornée du périonix (*pe*), et d'une

bande inférieure jaune (*op*), visible surtout à l'origine du lit, où elle se continue avec l'ongle proprement dit.

La matrice primitive occupe toujours la même situation dans son ensemble (*m*), elle est à cheval sur l'entrée de la gouttière, mais elle se développe de plus en plus vers le fond de l'involution. Ce qu'il y a de plus remarquable dans l'état actuel, c'est qu'une partie des cellules de la matrice primitive, tout en conservant leurs dimensions et leur disposition en traînées obliques, subissent une modification particulière qui leur donne l'aspect propre aux éléments de la matrice définitive. Dans les couches superficielles, au niveau de la pointe du périonix (*md*), là où l'ongle atteint sa plus grande épaisseur, on voit en effet les cellules prendre un aspect plus nettement polyédrique et se colorer légèrement en rouge par le carmin. Leur corps cellulaire renferme à ce niveau non plus de gros blocs de kératine, mais des granulations foncées très abondantes et très petites (substance onychogène). D'autre part, les contours cellulaires présentent des traces évidentes de kératinisation marginale, telle que nous l'avons décrite sur le fœtus de 13 centimètres.

En somme nous retrouvons, plus prononcées sur le pouce, les transformations que nous avons vues débuter sur l'orteil : ces modifications dans leur ensemble seront désignées désormais sous le nom de *transformation onychogène* des cellules de la matrice.

A l'origine du lit, les modifications précédentes s'observent sur une épaisseur de 30 μ. En avant et en arrière de ce point, les cellules superficielles seules participent à cette évolution épithéliale, de sorte que l'on voit se délimiter au milieu de la matrice primitive une zone nouvelle qui affecte la forme d'un ménisque (*md*) dont la face plane serait accolée à la face inférieure de la racine de l'ongle. C'est là le premier rudiment de la *matrice définitive*, c'est la première assise de la région décrite par Renaut sous le nom d'*aire pigmentée*. Les gros grains de kératine n'existent qu'en avant et en arrière de ce point; dans la gouttière on les trouve le long de la face inférieure de l'éperon radiculaire, en avant on les observe également, mais en petit nombre, et sur une faible étendue du lit unguéal.

La kératinisation marginale se rencontre dans les mêmes limites, mais surtout en avant où elle paraît être indépendante de toute production de granulations intra-cellulaires.

Toute la partie antérieure du corps muqueux du lit est formée de cellules polyédriques crénelées, finement granuleuses, avec *stratum granulosum* limité au bourrelet qui suit la fossette préterminale.

Couche cornée et ongle. — L'ongle mesure au niveau de la pointe du périonix sa plus grande épaisseur (20 μ), et peut être considéré en ce point comme une production unguéale définitive (*od*). En arrière il s'amincit, en pénétrant dans la gouttière, et disparaît le long de la face inférieure de l'éperon radiculaire. En avant il présente ses caractères définitifs jusqu'à une distance de 1 mm. 200 du bourrelet rétro-unguéal. Au delà de ce point, il se continue par une couche encore jaune, mais peu serrée et soumise à l'exfoliation superficielle (*op*). Le bourrelet compris entre les deux fossettes terminales est recouvert d'une couche (*ep*) cornée épaisse qui atteint jusqu'à 100 μ, et dérive de la zone granuleuse sous-jacente. Sur la convexité du doigt on retrouve un revêtement corné lâche qui s'atténue rapidement, et se développe toujours sans l'intervention d'aucun élément granuleux.

Coupe transversale. Index. — La disposition des crêtes de Henle varie sur les différentes régions du lit unguéal.

En avant, au niveau du segment le plus antérieur du champ de l'ongle, les crêtes, au nombre de 40 à 45, mesurent une hauteur de 80 à 90 μ. Les plus élevées occupent la partie centrale du lit, où elles alternent avec des élevures dermiques beaucoup moins développées. En plusieurs points, des saillies secondaires se montrent sur le sommet et sur le versant des crêtes les plus élevées.

Sur une coupe transversale de la partie moyenne du lit, les crêtes ne sont plus dessinées que comme de légères saillies ne dépassant pas 10 à 15 μ. C'est seulement sur les bords de la région unguéale, qu'on retrouve des éminences dermiques bien développées (30 μ), qui décroissent rapidement, à mesure qu'on s'éloigne des involutions latérales. Sur une coupe plus reculée encore, les crêtes centrales disparaissent totalement ; les saillies latérales persistent seules jusque dans la région de la matrice.

IX. Fœtus de 15/22 cent., *b*, ♂.

Pouce (coupe longitudinale). — Main = 25 millimètres ; index = 11 mm. La phalangette cartilagineuse du pouce mesure 3 mm. 370, la gouttière de l'ongle atteint 900 μ, le lit 1 mm. 650.

Épiderme. — La couche basilaire présente les particularités suivantes : sur toute l'étendue de la paroi supérieure de la gouttière, les cellules, qui, aux stades précédents, étaient très petites et obliquement disposées, deviennent maintenant plus hautes (8 μ), régulièrement cubiques, et constituent ainsi une couche basilaire à limites précises. Au contraire, sur la paroi inférieure de l'involution, les cellules profondes se confondent insensiblement avec les éléments de la matrice unguéale. Sur toute la longueur du lit règne un épithélium cylindrique qui n'est nettement visible qu'en coupe transversale [1] (fig. 20).

Les deux couches de coloration différente qui, déjà au stade précédent, formaient l'éperon radiculaire et commençaient à se disjoindre, se séparent complètement l'une de l'autre; l'éperon en un mot se fend longitudinalement sur presque toute son étendue, la substance unguéale restant adhérente au lit et au prolongement postérieur de la matrice, tandis que les couches cornées, colorées par le carmin, suivent le revêtement épidermique du manteau et se continuent avec la lamelle du périonix. Le sommet de l'éperon, resté indivis et d'une teinte rouge, se prolonge, par l'intermédiaire d'une zone stratifiée mince, jusqu'au voisinage du fond de l'involution postérieure. — Nous devons rappeler ici au sujet de l'ouverture de la gouttière les restrictions déjà formulées à propos du fœtus de 14 centimètres.

La matrice a subi dans sa structure des modifications importantes :

L'évolution que nous avons vue débuter, sur le fœtus de 14 centimètres, dans les cellules les plus superficielles de la matrice primitive, envahit maintenant toute l'épaisseur du corps muqueux. La matrice primitive, à l'entrée de la gouttière, se trouve ainsi remplacée, *in situ*, par un groupe de cellules remplies de fines granulations de substance onychogène; ces éléments constituent la *matrice définitive* de l'ongle. Celle-ci s'étend en avant et en arrière de la pointe du périonix, en diminuant d'épaisseur aux dépens de ses limites profondes; elles prend ainsi en coupe la forme d'une aire semi-elliptique dont le bord rectiligne s'accole à l'ongle, et dont la convexité déprime légèrement le tissu mésoblastique à l'union du lit et de la gouttière. On ne retrouve des cellules à

1. Voir page 160.

grains de kératine qu'aux deux extrémités de la matrice définitive; en arrière elles sont accolées le long de la face inférieure de l'éperon radiculaire; en avant elles débordent dans une faible étendue les limites antérieures de la zone génératrice de l'ongle proprement dit.

Sur le segment antérieur du lit, on observe à la surface du corps muqueux, en contact immédiat de la lame unguénale, une mince traînée cellulaire formée d'un seul rang d'éléments sans granulations dont les bords présentent cependant des indices de kératinisation marginale; ils semblent ainsi contribuer à la production de la couche unguéale.

Au delà de la fossette pré-terminale, l'épiderme renferme, en dessous de son revêtement corné, un *stratum granulosum* qui, pour la première fois, empiète sur les téguments de l'extrémité digitale.

Ongle. — L'ongle atteint sa plus grande épaisseur (30 μ) sous la pointe du périonix, et conserve ces mêmes dimensions sur une longeur d'environ 300 μ.

Dans toute cette étendue qui répond à peu près à l'extension de l'aire pigmentée (matrice définitive), il offre une structure compacte et une striation oblique bien évidente. Sur la partie la plus antérieure du lit, il diminue rapidement d'épaisseur, se dissocie légèrement et se continue enfin, sans ligne de démarcation, avec la couche cornée épaisse qui recouvre l'épiderme au delà de la fossette préterminale. En arrière, dans la gouttière, il se termine en s'effilant, sans atteindre toutefois le sommet de l'éperon radiculaire.

Coupe transversale. Index. — Les crêtes présentent, suivant leur siège, les mêmes variétés d'aspect qu'au stade précédent (fig. 20).

Sur la partie la plus antérieure du lit, on peut compter 20 à 25 crêtes, de dimensions très inégales, qui alternent régulièrement ou se succèdent par groupes de trois à quatre. Les plus élevées atteignent 70 μ et se montrent en plus grand nombre vers le centre de la région unguéale. Sur la partie moyenne du lit de l'ongle, les crêtes ne se montrent bien accusées qu'au voisinage des involutions latérales. En ce point les plus hautes mesurent 30 μ environ, et sont suivies d'une série de saillies décroissantes qui, vers le centre du territoire unguéal, se réduisent à de légères éminences dont la hauteur n'excède pas 8 à 10 μ. Une coupe plus reculée, intéressant la matrice, nous montre la disparition complète des crêtes centrales,

et la persistance de celles qui occupent les bords latéraux du champ de l'ongle.

La couche épithéliale immédiatement en contact avec la surface des crêtes de Henle (couche basilaire) est formée d'éléments allongés, à base ramifiée, qui, sur les deux parois des sillons intermédiaires, présentent une orientation spéciale. Ils ne sont pas implantés perpendiculairement à la surface dermique, mais sont couchés obliquement les uns sur les autres à partir du fond du sillon comme le montre la figure 20.

Pied. — Gros orteil = 7 millimètres; pied = 27 millimètres. La phalangette du gros orteil mesure 2 mm. 840; la gouttière unguéale atteint une profondeur de 680 μ, sa partie déclive se trouve située à 1 mm. 025 au-devant de la base articulaire du cartilage. La longueur du lit peut être évaluée à 1 mm. 245.

Épiderme. — Comme précédemment, le corps muqueux du lit et de la gouttière peut être divisé en segment antérieur, matrice primitive et épiderme sus-unguéal. Ces deux dernières régions restent séparées l'une de l'autre par un éperon radiculaire qui plonge dans l'involution postérieure jusqu'à une profondeur de 200 μ environ, et sur lequel s'observe le processus de fissuration longitudinale que nous avons vu débuter au stade précédent.

La matrice primitive s'étend plus profondément vers le fond de la gouttière unguéale; les cellules à kératine s'observent uniquement le long de la face inférieure de l'éperon radiculaire. Dans la partie centrale de la zone génératrice, sous la pointe du périonix, les éléments à grosses granulations font défaut et sont remplacés par des cellules qui subissent en plus grand nombre la transformation onychogène déjà signalée sur le fœtus de 14 centimètres.

Ongle. — L'ongle atteint son maximum d'épaisseur (18 μ) à une distance de 45 μ au-devant de la pointe du périonix, c'est-à-dire au niveau des limites antérieures du premier rudiment de la matrice définitive. C'est également en ce point que la lame unguéale possède sa plus grande densité et son aspect strié le plus accusé, tandis qu'elle se réduit, sur le segment antérieur du lit, à une mince couche légèrement dissociée qui se continue directement avec le *stratum corneum* de l'extrémité digitale.

X. Fœtus de 20/30 cent., *b* ♂.

Pouce (fig. 16, 17) (coupe longitudinale). — La dépression ova-

laire qui répond au lit de l'ongle est bien apparente, mais on ne constate pas encore de portion unguéale libre à l'extrémité du doigt. La phalangette mesure 4 mm. 290, la gouttière 1 mm. 320, le lit atteint une longueur de 1 mm. 815.

Épiderme. — La couche basilaire qui règne le long de la paroi supérieure de la gouttière (fig. 16, *ba*[1]) est composée de petits éléments cubiques, régulièrement juxtaposés, dont l'ensemble constitue une couche profonde à limites précises. Au contraire, sur la paroi inférieure de l'involution, et dans toute la région qui répond à la matrice unguéale, les cellules cylindriques sont remplacées par des éléments irréguliers, disposés sur plusieurs rangs, formant ainsi une couche basilaire (fig. 16, *ba*[5]) qui se confond insensiblement avec la zone génératrice sus-jacente. Sur le lit même, les cellules profondes redeviennent cylindriques; leur aspect sera décrit à propos de la coupe transversale du doigt.

L'éperon radiculaire (fig. 16, *er*), qui atteint presque le fond de l'involution, s'est fendu longitudinalement sur la plus grande partie de son étendue, de sorte que la gouttière reste ouverte sur ses 2/3 externes, et affecte l'aspect d'une véritable fente, limitée d'un côté par l'épiderme sus-unguéal, et de l'autre, par l'ongle lui-même qui pénètre de plus en plus dans la profondeur. L'épiderme du manteau est revêtu d'une mince couche cornée colorée en rouge, qui, non seulement se condense en un périonix (fig. 16, *pe*) bien apparent, mais se prolonge encore dans la gouttière sur toute la surface épithéliale devenue libre par la fissuration du bourgeon radiculaire. Dans cette même étendue, c'est-à-dire sur tout le trajet de l'épiderme sus-unguéal, nous voyons pour la première fois apparaître un *stratum granulosum* qui préside à l'évolution cornée.

La matrice de l'ongle définitif ou aire pigmentée (Renaut) (fig. 16, 17, *md*) s'est complètement substituée à la matrice primitive. Ce n'est qu'en arrière, dans la gouttière, et au contact du sommet de l'éperon radiculaire, que l'on retrouve des cellules à gros grains de kératine (fig. 16, *k*) qui témoignent ainsi de la progression de l'évolution unguéale primitive vers le fond de l'involution postérieure. A l'entrée, sous la pointe du périonix, l'aire pigmentée atteint son complet développement; elle mesure 90 à 95 μ d'épaisseur, occupe toute la hauteur du corps muqueux, et refoule même le tissu dermique sous-jacent, effaçant ainsi l'angle d'union du lit et de la gouttière. En ce point existe une dépression (fig. 16, *de*)

dans laquelle vient se loger la convexité du ménisque formé par l'ensemble des cellules onychogènes. Celles-ci, au voisinage de l'ongle, se chargent de granulations si nombreuses que sur des coupes un peu épaisses la partie superficielle de la matrice paraît absolument opaque. C'est à ce stade que s'observe le mieux la forme et la structure des cellules productrices de l'ongle; elles se montrent telles que nous les représentons dans notre figure 17, où l'on verra nettement les granulations intra-cellulaires de substance onychogène (Ranvier) ainsi que la kératinisation marginale des éléments voisins de la lame ungéale (fig. 17, *on*, φ).

Sur le segment antérieur du lit, le corps muqueux réduit à 46 μ se compose presque entièrement de cellules polyédriques absolument semblables à celles que nous avons observées jusqu'ici dans cette région.

La zone la plus superficielle seule renferme, comme chez le fœtus de 15 centimètres, une traînée de cellules sans granulations, mais à bords kératinisés. Quelques-unes même, entourées d'un cercle presque complet de substance kératinienne, paraissent véritablement enclavées dans la face inférieure de la lame unguéale.

Couche cornée et ongle. — L'ongle (fig. 16, 17, *od*) atteint sa plus grande épaisseur (40 μ) sous la pointe du périonix, à peu près au niveau de la limite antérieure de l'aire pigmentée.

Il s'enfonce en arrière, dans la gouttière, en s'amincissant, sur une longueur de 550 μ et s'étend en avant jusqu'à la fossette pré-terminale, où il se continue avec la couche cornée de l'extrémité digitale (*ep*). Dans toute son étendue, la face adhérente de l'ongle apparaît festonnée sur la coupe et munie de prolongements multiples qui résultent de la kératinisation progressive des éléments sous-jacents (fig. 17, φ). La fossette pré-terminale ainsi que le bourrelet épidermique (*ep*) situé au-devant d'elle sont recouverts d'une couche cornée épaisse, reposant sur un *stratum granulosum* qui, à partir du stade actuel, se prolonge dans l'épiderme jusque sur la région palmaire de l'extrémité digitale.

Coupe transversale. Index. — Chez le fœtus de 20/30 centimètres, nous voyons, en coupe transversale, les crêtes longitudinales du lit décroître régulièrement d'avant en arrière, et présenter dans leur ensemble la même disposition qu'au stade précédent.

Quelques mensurations suffiront pour résumer les principaux détails : sur le segment antérieur du lit, les crêtes atteignent 45 μ,

sur la partie moyenne, elles ne dépassent pas 25 à 30 μ, mais continuent à se montrer plus développées sur les parties latérales de cette région.

Sur une coupe plus reculée, intéressant la matrice unguéale, on reconnaît que la partie centrale du lit reste dépourvue de toute saillie dermique, tandis que les bords latéraux sont garnis de 8 à 10 crêtes nettement accusées.

La couche profonde de l'épiderme présente la même disposition que chez le fœtus de 15/22 centimètres (fig. 20). Les cellules basilaires, très obliquement implantées, s'allongent sur les versants des crêtes dermiques, et s'étendent ainsi jusqu'au fond des sillons intermédiaires.

Pied. — Deuxième orteil = 8 millimètres; pied = 38 millimètres. La phalangette mesure 3 mm. 995, la gouttière 1 mm. 055, le lit s'étend sur une longueur de 1 mm. 450.

Épiderme. — La couche basilaire est absolument semblable à celle que nous avons décrite sur le pouce du présent embryon; quant au corps muqueux, il nous présente un état de développement un peu moins avancé. La gouttière reste ouverte dans la même étendue que sur le pouce, elle est limitée d'un côté par l'épiderme sus-unguéal, de l'autre par la racine de l'ongle en voie de formation.

La matrice définitive, ayant la forme d'une aire semi-elliptique, atteint toujours son plus grand développement sous la pointe du périonix. Elle mesure en ce point 90 μ d'épaisseur, s'étend en arrière dans toute la partie ouverte de l'involution, et se prolonge d'autre part jusqu'à 330 μ au-devant du bourrelet rétro-unguéal. Sa structure ne diffère en rien de celle que nous avons décrite sur le pouce. Un détail cependant s'observe ici avec plus de facilité; c'est la persistance des cellules à kératine en arrière et en avant de l'aire pigmentée.

Le segment antérieur du lit ne subit aucune modification nouvelle.

L'ongle a pour épaisseur 28 à 26 μ au niveau de la pointe du périonix; il s'amincit rapidement en arrière, en pénétrant dans la gouttière sur une longueur de 550 μ, et s'atténue de même en avant, où il se continue avec la couche cornée de l'extrémité digitale. Le *stratum granulosum*, qui commence à la fossette pré-ter-

minale, s'étend maintenant sur la convexité et jusque sur la face palmaire du doigt.

XI. Fœtus de 25/37 cent.

Pouce (coupe longitudinale). — Main = 41 millimètres; médius = 24 millimètres. Le lit de l'ongle, mesuré depuis le périonix jusqu'au bourrelet épidermique qui termine en avant la région dorsale du doigt, peut être évalué à 3 mm. 135. La gouttière atteint une longueur de 1 mm. 350; elle reste entr'ouverte en regard de la racine de l'ongle qui s'enfonce dans l'involution, et s'arrête à 33 μ de sa partie la plus déclive.

L'épiderme sus-unguéal bien développé se compose : 1° d'une couche basilaire à petits éléments cubiques (8 μ); 2° d'une couche moyenne (40 à 45 μ) formée de cellules crénelées qui, vers la surface, se chargent de grains d'éléidine et donnent naissance à un *stratum granulosum;* 3° d'une couche cornée qui, au niveau de la crête du bourrelet rétro-unguéal, se condense et se projette en un périonix assez long pour recouvrir la région de la matrice.

La région sous-unguéale est surtout remarquable par le développement de la matrice définitive qui, déprimant les tissus sous-jacents, efface presque complètement l'angle que formaient entre eux le lit et la gouttière. La matrice elle-même atteint 100 μ d'épaisseur, un peu en arrière de la crête du bourrelet rétro-unguéal.

Elle apparaît sous forme d'une région semi-elliptique qui mérite bien ici le nom d'*aire pigmentée*; elle se compose en effet des mêmes éléments granuleux que nous avons figurés à propos du fœtus de 20 centimètres, et prend dans son ensemble une teinte rouge brun sous l'influence du picro-carmin. Dans toute cette région, la couche basilaire paraît manquer ou n'avoir que des limites très confuses. Tout à fait en arrière, dans la partie fermée de la gouttière, on retrouve quelques cellules à grains de kératine qui feront totalement défaut aux stades ultérieurs.

Sur la partie antérieure du lit, l'épiderme ne mesure plus que 50 μ d'épaisseur; sa structure n'a pas changé, et nous retrouvons ici, au contact de l'ongle, une traînée d'un seul rang de cellules à bords kératinisés. Ces éléments dépourvus de toute granulation semblent prolonger la matrice sur l'extrémité antérieure du lit.

Ongle. — L'ongle mesure sa plus grande épaisseur (80 μ) immé-

diatement au-dessus de la partie antérieure de la matrice. Il diminue rapidement en arrière, mais beaucoup moins vite en avant, de sorte qu'il forme encore sur la partie antérieure du lit une couche de 25 à 30 μ.

La dépression que nous avons appelé fossette pré-terminale a disparu; la surface du corps muqueux s'est égalisée, et l'ongle repose maintenant avec son extrémité antérieure sur les couches cornées épaisses, qui précédemment recouvraient le bourrelet épidermique (partie terminale du lit primitif) de l'extrémité digitale.

L'ongle est donc arrivé au terme de sa période embryonnaire et va bientôt présenter un bord libre. Il conserve une structure compacte, se montre obliquement strié, et présente sur toute l'étendue de sa face adhérente des sinuosités et des saillies qui paraissent pénétrer dans les régions sous-jacentes. Cette disposition est surtout évidente au niveau de la matrice définitive, où la ligne d'union de l'ongle et des couches cellulaires se trouve interrompue par des prolongements de la substance unguéale qui s'enfoncent dans l'interstice des éléments sous-jacents, et parfois s'anastomosent entre eux, englobant des cellules dans les mailles d'un réticulum kératinien. Ces mêmes détails s'observent, quoique très atténués, sur la partie antérieure du lit.

L'épiderme de l'extrémité digitale renferme un *stratum granulosum* bien apparent que surmonte une couche cornée lâche, mais très épaisse, au niveau de l'extrémité antérieure de l'ongle auquel elle adhère plus fortement qu'au corps muqueux lui-même.

Coupe transversale. Index. — Sur la partie moyenne du lit, les crêtes apparaissent maintenant régulièrement espacées et mesurent une hauteur (30 μ) à peu près égale à la largeur des sillons qui les séparent. Sur une coupe plus reculée, les crêtes de la partie centrale du lit se réduisent à 15 ou 20 μ, tandis que celles qui occupent les bords latéraux de la région unguéale atteignent encore 40 à 45 μ. Au niveau de la matrice même, les crêtes latérales persistent seules au nombre de 7 à 8.

La couche basilaire du lit reste toujours composée d'éléments cylindriques qui s'implantent très obliquement sur les versants des crêtes dermiques, et dont le corps cellulaire s'allonge progressivement, à mesure qu'on s'approche du fond des sillons intermédiaires.

XII. Fœtus de 33/47 cent., ♂ (coupe longitudinale) (fig. 18). — Médius = 7 millimètres. Les sections longitudinales du pouce nous ayant donné des résultats peu démonstratifs, nous avons représenté exceptionnellement, dans la figure 18, une coupe du médius à laquelle se rapporte la description suivante.

Comme on peut le constater sur notre dessin, la gouttière et le lit se continuent presque en ligne droite, le derme sus-unguéal s'est fortement développé et s'avance sur l'ongle dont il recouvre une étendue beaucoup plus grande que précédemment. L'aire pigmentée (fig. 18, *md*) se trouve ainsi complètement incluse dans l'involution, qui, sur nos préparations, reste ouverte sur toute sa longueur, et dans laquelle on trouve d'un côté, l'ongle et sa matrice, de l'autre, l'épiderme du manteau avec sa couche cornée et son *stratum granulosum*. Ces deux dernières couches disparaissent au niveau de l'extrémité profonde de la rainure unguéale. Il n'existe plus en aucun point de cellules à grains de kératine, tandis que les fines granulations de substance onychogène abondent dans les cellules de la matrice définitive. Si nous mesurons l'étendue du champ unguéal à partir de la pointe du périonix, nous pouvons compter jusqu'au fond de la gouttière 3 mm. 105, et jusqu'à l'extrémité antérieure de l'ongle 3 mm. 630. Ces mêmes distances évaluées sur le pouce donnent les nombres 2 mm. 800 et 2 mm. 500.

L'ongle atteint sa plus grande épaisseur vers le milieu de la gouttière où il mesure 110 μ (*od*); il se réduit en avant à 11 μ, et s'amincit plus rapidement encore en arrière, dans la partie profonde de l'involution. Sur toute sa face adhérente et principalement au niveau de la matrice on observe, en coupe, les contours sinueux et festonnés déjà signalés; l'union des couches cellulaires et de l'ongle paraît ainsi se faire par une sorte de pénétration réciproque.

L'épiderme de l'extrémité digitale renferme un *stratum granulosum* qui commence au niveau du point où la lame unguéale devient indépendante. La couche cornée, peu consistante, se détache en majeure partie du corps muqueux, mais persiste cependant, au niveau du bord libre de l'ongle, sous forme d'un amas de cellules épithéliales lâchement unies qui s'accumulent en ce point, et adhèrent assez fortement à la substance unguéale (*ep*).

Enfant de un an. *Doigt* (coupe longitudinale). — La coupe longitudinale du doigt d'un enfant de un an montre, dans leur état défi-

nitif, les détails de forme et de structure que nous avons observés jusqu'ici sur l'ongle fœtal.

L'ongle se compose d'un segment découvert, dont le bord antérieur devenu libre proémine à l'extrémité du doigt, et d'un segment caché ou intra-épidermique qui constitue maintenant la racine de l'organe. Sur son bord libre la lame unguéale possède une épaisseur de 200 μ, elle se renforce quelque peu (230 μ) au niveau du point où elle adhère à l'épiderme, et conserve les mêmes dimensions sur toute l'étendue du lit, ainsi que dans le quart externe de la gouttière. A partir d'un point situé à 800 μ environ en arrière de la pointe du périonix, la lame unguéale s'effile graduellement aux dépens de sa face inférieure coupée très obliquement en biseau, et pénètre, en devenant de plus en plus mince, jusque dans le fond de l'involution postérieure. L'ongle, sur toute son épaisseur, paraît nettement strié, dans une direction parallèle au plan oblique suivant lequel est taillée la face inférieure de la racine. Des noyaux cellulaires restent visibles, au milieu de substance unguéale, principalement au niveau de la matrice. Comme chez le fœtus, la face adhérente de l'ongle est inégale sur toute sa longueur, et présente à la coupe l'aspect d'un bord festonné.

Les couches épidermiques affectent les dispositions suivantes : en avant, la couche cornée et le *stratum granulosum* disparaissent totalement, à une faible distance en arrière du bord libre de l'ongle, ainsi que Heynold l'a constaté l'un des premiers. Les papilles dermiques s'effacent au même niveau. Quelques lamelles superficielles du *stratum corneum* restent adhérentes à la face inférieure de la partie saillante de l'ongle.

En arrière, la couche cornée et le *stratum granulosum* s'infléchissent au niveau du périonix et descendent dans la gouttière, sans toutefois en atteindre la partie la plus déclive. Ces deux couches disparaissent à 550 μ du fond de l'involution. La couche cornée adhère sans doute plus fortement à l'ongle que chez le fœtus, car la gouttière ne s'entr'ouvre plus sur la coupe.

Dans la région du lit proprement dit, l'épiderme sous-unguéal se réduit à un corps muqueux très mince. A l'intérieur de la gouttière, à partir du point où la racine de l'ongle, taillée en biseau, commence à s'effiler, les couches épidermiques augmentent brusquement d'épaisseur en déprimant le derme sous-jacent, et constituent une matrice unguéale, composée de cellules identiques à

celles qui, dans le cours du cinquième mois, se sont substituées aux éléments de la matrice primitive. Dans toute cette région productrice de l'ongle, les corps cellulaires renferment maintenant, en grande abondance, les fines granulations de substance onychogène (Ranvier) déjà signalées à l'état fœtal.

II. — Résumé et discussion des observations.

Mode de formation du lit et des sillons limitants. — Le processus, en vertu duquel une région épithéliale distincte se délimite sur l'extrémité des doigts, a été diversement interprété par les auteurs. Deux opinions se trouvent en présence : l'une est celle de Renaut, l'autre celle de Kölliker que Retterer plus récemment est venu confirmer par des observations nouvelles. Renaut, cité par Arloing (*Poils et ongles*, thèse agrég., 1880, p. 155), admet que le système périchondral de la phalangette émet vers la pointe de celle-ci un petit trousseau fibreux qui viendrait se fixer à la face profonde du derme embryonnaire, et maintiendrait ainsi la région du lit dans sa position primitive, tandis que la pulpe digitale, poussée par un développement plus rapide, se relèverait en tous sens pour déterminer la sertissure de l'ongle. Une figure même, représentant la coupe d'un doigt sur un embryon de 11 centimètres, nous indique clairement la situation du ligament décrit par Renaut.

Nous ne pouvons en aucune façon confirmer les faits que nous venons de relater. Sur aucune de nos préparations, à aucun stade du développement, nous n'avons pu voir de prolongement fibreux se détachant ainsi du périchondre, pour se fixer aux téguments. Il existe bien sur quelques-unes de nos coupes, au point indiqué par Renaut, une région dans laquelle le tissu mésoblastique paraît plus dense, mais cela ne se voit que sur des embryons de 13 à 15 centimètres, et cette disposition, produite par un simple tassement des cellules embryoplastiques, ne saurait être décrite comme répondant à une bande fibreuse capable de brider l'expansion de la région unguéale. D'ailleurs un fait domine la question et réfute à lui seul l'interprétation proposée par Renaut : c'est que les premières traces de l'invagination postérieure et du sillon périphérique du lit apparaissent déjà chez des embryons de 3 et 4 centimètres, sur lesquels le périchondre, encore presque entièrement cellulaire, n'émet à coup sûr aucun prolongement vers la face profonde des téguments. Le

même fait se vérifie encore plus tard, sur l'embryon de 7 centimètres, alors que la gouttière et la fossette terminale sont parfaitement formées, et le lit par conséquent délimité.

Kölliker, sans insister beaucoup sur ce point, affirme, dans son traité d'embryologie, que le lit se sépare des parties voisines par suite d'une prolifération de la peau (*Wucherung der Haut*). Retterer, dans sa remarquable thèse sur le développement des extrémités, reprend cette idée et la précise par des mensurations directes. Pour lui, le phénomène s'explique par une poussée épithéliale plus active de la région unguéale, qui « repousserait sur les bords aussi bien qu'en arrière la partie la plus extérieure du derme » déterminant ainsi la formation d'un sillon périphérique.

Ces conditions sont évidemment insuffisantes, si l'on n'y joint la notion d'une résistance des parties environnantes, car le simple accroissement plus rapide d'un segment limité de l'épiderme dorsal, ne peut avoir pour conséquence que d'augmenter la surface épithéliale qui recouvre l'extrémité du doigt. Le phénomène est en réalité plus complexe, car, au point de vue de son mode de formation, l'involution postérieure n'est pas absolument comparable aux sillons antérieur et latéraux du lit primitif. Ces derniers semblent être produits par un retard local du développement des couches épidermiques. En effet, dès l'origine, on peut reconnaître sur les limites de la région dorsale, une zone étroite qui occupe exactement la position du futur sillon périphérique, et au niveau de laquelle les couches basilaires et superficielles présentent leur minimun de développement. D'autre part, la comparaison des divers segments de l'extrémité digitale nous montre, que, chez le fœtus de 7 centimètres, par exemple, la couche basilaire mesure sur le lit 10 μ d'épaisseur, sur la région palmaire 18 à 20 μ, sur l'épiderme rétro-unguéal 6 à 8 μ seulement. Si l'on considère que ces disproportions se retrouvent à tous les stades, si l'on se rappelle d'autre part que les sillons latéraux et terminal sont refoulés progressivement vers la région dorsale du doigt, il paraîtra évident que la poussée épithéliale la plus active a lieu, non sur le lit, mais sur la pulpe digitale elle-même. La rainure antérieure et latérale va donc se former par suite de l'accroissement inégal de deux surfaces épithéliales au contact d'une traînée de cellules dont l'évolution plus lente crée, au milieu des couches épidermiques, un lieu de moindre résistance. Celui-ci deviendra le siège d'un

plissement mécanique auquel devra participer la surface même de l'épiderme. C'est en effet ce qui arrive : l'épiderme tout entier se déprime, et la couche basilaire, demeurée stationnaire, se trouve entraînée dans le fond ou sur l'un des bords de la rainure ainsi constituée.

Pour l'involution postérieure, les conditions initiales sont quelque peu différentes. La surface épidermique n'est jamais ici comprise dans l'invagination ectodermique, qui s'effectue tout entière aux dépens des zones profondes du corps muqueux, par suite d'une prolifération rapide des cellules de la couche basilaire. L'épiderme rétro-unguéal, de son côté, subit un accroissement plus lent, sa couche basilaire reste petite, ses papilles et ses glandes n'apparaissent que tardivement, c'est assez dire que nous retrouvons ici en présence deux régions épidermiques très inégalement développées. De là les conséquences suivantes : la partie la plus reculée du lit, siège d'une multiplication cellulaire active, va forcément tendre à s'enfoncer verticalement dans la profondeur comme le ferait un bourgeon glandulaire.

D'autre part, refoulé d'avant en arrière et sur les côtés par la croissance rapide de la pulpe digitale, le lit lui-même ne peut s'étendre qu'en arrière, dans le sens de la moindre résistance; dès lors, un point quelconque, situé sous les confins postérieurs de la région unguéale, sera soumis à l'action des deux pressions distinctes : l'une antéro-postérieure et transmise par le mouvement d'expansion total du lit, l'autre verticale, née sur place et due à la prolifération locale de l'épithélium. Le bourgeon qui naîtra ainsi prendra donc la direction de la résultante des deux forces qui déterminent son apparition : dès son origine, le feuillet radiculaire s'enfonce obliquement sous un angle de 45° dans le tissu mésoblastique sous-jacent.

Le lit se trouve complètement délimité sur le fœtus de 4,4/5,7, c'est-à-dire vers le milieu du troisième mois lunaire.

Une fois constituée, l'involution postérieure s'accroît d'une manière spéciale. C'est sur la partie la plus reculée de sa face inférieure que la prolifération cellulaire persiste jusqu'à un stade avancé (9e mois); sa paroi supérieure, au contraire, reste pendant toute cette période dans une sorte de repos relatif. Elle est recouverte d'une couche basilaire peu accusée qui n'acquiert un notable développement que sur les embryons de 15 à 20 centimètres. Toute

cette paroi supérieure semble formée par une partie de l'épiderme rétro-unguéal entraîné d'une manière passive dans l'invagination ectodermique. La prolifération épithéliale ne contribue pas seule à l'allongement de la rainure de l'ongle : à deux époques différentes, le bourrelet rétro-unguéal, dans un mouvement de totalité, pousse en avant et progresse sur le lit qu'il rétrécit en augmentant d'autant la profondeur de l'involution postérieure. Ce phénomène se produit d'abord passagèrement à la fin du quatrième mois, comme le démontrent nos mensurations; il se renouvelle ensuite plus tard, aux huitième et neuvième mois, mais d'une manière plus active et plus persistante.

Au point de vue de son origine, l'involution postérieure dans son ensemble ne peut donc être assimilée à un simple bourgeon glandulaire.

Pendant toute la période de croissance, la prolifération cellulaire ne se fait, ni au sommet de la lame épithéliale, ni sur ses deux faces simultanément, mais exclusivement sur la partie la plus reculée de sa paroi antérieure. Il semble ainsi qu'une partie des couches profondes du lit glissent sous l'épiderme rétro-unguéal, en laissant immobiles les régions superficielles du corps muqueux. Il n'est donc pas nécessaire de chercher l'origine de l'ongle dans la gouttière qui, en somme, n'a d'autre valeur morphologique qu'un segment quelconque du lit primitif.

Destinée du lit. — Le lit à l'origine occupe, toutes proportions gardées, une surface plus grande qu'aux stades ultérieurs; sa partie la plus antérieure même s'étend sur la convexité du doigt, jusque dans le prolongement de l'axe phalangien. Ces limites, plus tard, sont graduellement refoulées vers la région dorsale et l'on assiste alors à une sorte de migration du champ unguéal décrite pour la première fois par Zander (*Arch. für Anat.*, 1884; *Anat. Abthei.*, § 103). Nous croyons pouvoir affirmer [1] que la partie terminale du lit subit seule le déplacement signalé par l'auteur allemand. Cette région, reportée sur le dos du doigt au stade 7/9,5 cent., devient alors le versant proximal de la fossette terminale. C'est en ce point qu'apparaissent les premières cellules à éléidine et que subsiste, pendant toute la période de développement, un foyer actif de production cornée, comme le prouve le *stratum corneum* épais visible

1. Voir table numérique, page 184 de notre mémoire.

constamment sur cette portion extrême du lit (segment distal du lit de Zander).

Sur les fœtus de 14 à 15 centimètres, en même temps que la fossette terminale primitive tend à s'effacer, un nouveau sillon se creuse en arrière d'elle et sépare la région terminale du lit unguéal du terrain sur lequel va évoluer l'ongle. L'existence de ce sillon secondaire, que nous avons appelé rainure ou fossette prétermi-nale, nous semble établie par deux ordres de faits qui sont : d'une part les mensurations prises sur les embryons de 14 à 15 centimètres, de l'autre la persistance aux mêmes stades de granulations d'éléidine dans le bourrelet épidermique situé au delà des confins antérieurs du lit, alors que le versant distal de la fossette terminale primitive ne renfermait jusqu'ici aucune trace de *stratum granulosum* (fig. 15).

D'après ces faits, la région unguéale délimitée au troisième mois mérite bien les noms de lit primitif que nous lui avons donné. Elle se compose en effet de deux segments, l'un antérieur, originairement terminal, l'autre postérieur, dorsal dès le début et réservé uniquement à l'ongle définitif. La destinée de ces deux régions s'accuse nettement au cinquième mois, dès qu'apparaît la rainure préterminale; le segment postérieur mérite alors le nom de lit définitif, l'antérieur continue à produire un *stratum corneum* épais, mais peu serré, qui plus tard adhérera à la face inférieure du bord libre de l'ongle et devra être considéré, en raison de son lieu d'origine et de sa structure, comme l'homologue de la *sole des solipèdes*.

Formation de l'ongle. — Comme nos descriptions antérieures le prouvent suffisamment, l'hypothèse de l'origine de l'ongle dans la gouttière, d'où il émergerait comme un poil de son follicule, n'est plus à discuter. Jamais à aucune période pareil phénomène ne s'observe et cette apparence ne peut être fournie que par l'examen isolé de stades déjà avancés.

Quant aux observations de Zander, il nous sera permis de les confirmer en partie. Les descriptions de détail données par cet auteur sont d'une exactitude parfaite; le premier avec Brooke, il a bien décrit les grosses granulations de kératine et les a distinguées de celles beaucoup plus fines qu'on voit dans les cellules de la partie antérieure du lit. Cependant nous croyons qu'il y a exagération quand l'auteur veut établir entre ses deux segments distal et

proximal du lit une limite précise indiquée par une légère invagination ectodermique. Celle-ci n'existe certainement pas, et nous croyons que l'erreur doit provenir de l'examen de quelque coupe oblique au niveau, de la pointe du lit, où naissent les crêtes dermiques primitives. Nous ne saurions admettre davantage la négation de l'éponychium, et il nous paraît certain à ce sujet que Zander a dû avoir entre les mains des pièces d'une conservation incomplète, sur lesquelles la couche superficielle était accidentellement détachée. Il aura obtenu ainsi des préparations semblables à celle que représente notre figure 15, et l'on s'explique alors qu'il ait été conduit à considérer l'ongle comme superficiel dès l'origine. Cette erreur d'observation a conduit le même auteur à attribuer à l'ongle une origine terminale et un développement antéro-postérieur, alors que c'est l'éponychium seul qui subit ce mode d'accroissement.

Les observations de Kölliker et de Unna restent donc de beaucoup les plus précises; aussi ne chercherons-nous pas à les discuter, il nous suffira de constater leur exactitude et de les compléter par l'exposé des faits suivants.

1° *Éponychium.* — Cette couche, qu'au cours de nos descriptions nous avons appelée couche cornée superficielle ou primitive, existe d'une manière certaine, telle que Unna l'a signalée. La première trace d'une transformation cornée apparaît à l'extrémité antérieure du lit, sur le versant proximal de la fossette terminale. Cette région, où l'on observe d'abord une desquamation épithéliale abondante décrite ailleurs avec détail (7/9,5), devient, à partir du commencement du quatrième mois, pour le pouce, le lieu d'origine d'une traînée de cellules remplies de fines granulations qui doivent être considérées comme des gouttelettes d'éléidine. La réaction spéciale de cette substance nous a fait défaut, il est vrai, sur presque toutes nos préparations, car nos pièces n'étaient pas dans les conditions requises par Ranvier lui-même (*Archives de physiologie*, 1884), pour obtenir la coloration élective par le picro-carmin.

Il nous a été possible en dernier lieu de combler cette lacune : ayant eu à notre disposition un pouce d'un fœtus de 18 centimètres conservé à l'alcool, nous avons pu vérifier la réaction caractéristique de l'éléidine dans la couche granuleuse qui règne à l'extrémité du lit. Nous pourrions même nous passer de cette preuve décisive : en effet quand, au sixième mois, apparaît sur toute la surface de l'épiderme le *stratum granulosum* vrai, celui-ci sur les

pièces conservées, au liquide de Müller, ne diffère en rien, ni par la teinte, ni par l'aspect de ses granulations de la zone qui nous occupe en ce moment. Celle-ci renferme donc bien des éléments à grains d'éléidine. Ces mêmes phénomènes s'observent un peu plus tard sur l'orteil, à peu près vers le milieu du quatrième mois.

Dès leur apparition, les cellules à granulations d'éléidine donnent naissance à un revêtement corné formé par la superposition de plusieurs plans d'éléments, décrits et figurés à propos de l'embryon de 10 centimètres (fig. 9). Cette couche, premier rudiment de l'éponychium, s'accroît rapidement et s'étend progressivement en arrière, à mesure que la zone granuleuse recule dans la même direction. Au milieu du quatrième mois, l'éponychium recouvre ainsi les 3/4 antérieurs du lit; il atteint sa plus grande épaisseur au niveau de son lieu d'origine, et c'est là aussi que pendant toute la période embryonnaire persisteront les couches cornées les plus épaisses et que domineront les cellules à éléidine. Sur une coupe transversale, portant sur la partie antérieure du lit, on observe des phénomènes analogues. Des cellules à fines granulations abondent dans la partie superficielle de l'épiderme et principalement au niveau des bords latéraux de la région unguéale, de sorte qu'il est permis de dire que le lieu d'origine de l'éponychinm empiète légèrement sur les côtés du lit.

Sur le 1/4 postérieur de la région unguéale le revêtement superficiel se complète, mais sans l'intervention de cellules à fines granulations qui jamais ne s'étendent jusqu'au-dessus de la gouttière. La transformation cornée de l'épiderme s'effectue ici par un aplatissement et un tassement des éléments épithéliaux, dont le protoplasme paraît subir quelque modification spécifique qui débute sur les bords mêmes du corps cellulaire. Ce processus est identique à celui qu'on observe également sur le versant distal de la fossette terminale où nous l'avons décrit et figuré en détail (fig. 12). Par ce moyen, l'éponychium se trouve achevé au milieu du quatrième mois et recouvre alors le lit tout entier, depuis le sillon antérieur jusqu'à l'involution postérieure. La membrane formée de la sorte ne représente pas à vrai dire un tout homogène, car son mode d'origine et sa structure diffèrent en avant et en arrière. Nous lui laisserons néanmoins dans son ensemble le nom que lui a donné Unna, pour ne pas compliquer inutilement la terminologie.

A ce stade, l'éponychium, d'après les auteurs qui l'ont décrit jus-

qu'ici, serait arrivé au terme de son développement. Nous croyons, au contraire, devoir rattacher à l'évolution précédente les faits qui vont suivre : sur les embryons de 11 à 12 centimètres, c'est-à-dire à la fin du quatrième mois, nous voyons l'extrémité postérieure de la couche cornée superficielle émettre par sa face profonde une saillie qui, grandissant, va devenir l'éperon radiculaire destiné à s'enfoncer d'avant en arrière dans l'involution postérieure, et à prolonger ainsi jusqu'au fond de la gouttière la transformation épithéliale commencée à la surface libre de l'épiderme. Toute cette évolution, qui dure jusqu'à la fin de la période embryonnaire (9e mois), s'accomplit par le processus propre au segment postérieur du lit, c'est-à-dire sans la présence d'aucune granulation d'éléidine. Pendant ce temps, l'éponychium s'est rompu en avant, laissant découverte une couche nouvelle qui est l'ongle primitif.

2° *Ongle primitif.* — C'est au milieu du quatrième mois, pendant que l'éponychium se poursuit au-dessus de la gouttière, qu'on voit pour la première fois apparaître, au milieu et au centre du corps muqueux, un îlot de cellules claires qui s'agrandit, se déplace un peu en arrière et envahit bientôt le 1/3 postérieur de la région unguéale (5e mois), où il occupe toute la hauteur de l'épiderme. C'est la matrice primitive telle que nous l'avons décrite dans l'embryon de 10 centimètres. Les cellules qui la constituent se distinguent par les caractères suivants (fig. 8, 14) :

1° Elles renferment des granulations colorées en jaune par le picro-carmin et formées d'une substance spéciale à laquelle nous réservons le nom de kératine.

2° Elles paraissent subir, sur leurs bords et au contact de l'éponychium, une transformation de leur protoplasme qui s'accuse par l'apparition d'un double contour réfringent. C'est ce phénomène que nous avons appelé *kératinisation marginale*. Sans doute les cellules à kératine dominent sur le 1/3 postérieur du lit, mais il ne serait pas exact de supposer qu'elles se trouvent dès l'origine uniquement limitées en ce point. Elles s'étendent en réalité à toute la surface du lit dont elles envahissent même la partie antérieure, où on les trouve mélangées çà et là aux éléments à grains d'éléidine. Ce n'est que plus tard (début du 5e mois) qu'on observe une localisation presque exclusive des éléments à grains de kératine au niveau de la matrice.

Dès son apparition, la zone granuleuse entre en activité et donne

naissance au-dessous de l'éponychium à un dépôt d'une substance nouvelle qui, à mesure que progresse le développement, fixe de plus en plus l'acide picrique. Bientôt la face profonde de l'éponychium se trouve bordée sur la coupe dans toute son étendue par un liséré jaune, sans qu'il existe entre ces parties aucune ligne de démarcation appréciable (fig. 8, *ep*). La zone ainsi formée représente l'ongle qui sous peu se montrera à découvert. En effet, à la fin du quatrième mois, l'éponychium refoulé par l'accroissement des parties sous-jacentes éclate vers la partie moyenne du lit et se fragmente en deux tronçons, dont l'un persiste en arrière pour former le périonix, et dont l'autre en avant se détache et disparaît, jusqu'au niveau du versant proximal de la fossette terminale (fig. 11, *ep*), qui reste toujours recouvert d'un *stratum corneum* épais, dernier vestige du revêtement primitif.

La couche nouvelle ainsi mise à nu apparaît dès lors à la surface de l'épiderme (fig. 11, *op*), plus épaisse du côté de la matrice, mince au contraire en avant où elle se continue sans ligne de démarcation avec le revêtement corné de l'extrémité antérieure du lit. Dans son ensemble cette lame mérite bien le nom d'*ongle primitif*. Elle naît en effet aux dépens d'un groupe de cellules à granulations volumineuses qui plus tard disparaissent totalement (9e mois); elle présente d'autre part une structure feuilletée lâche et s'exfolie dès l'origine par sa surface libre. A la fin du quatrième mois, l'ongle primitif ayant recouvert tout le lit va s'enfoncer dans la gouttière en même temps que la matrice primitive. C'est pendant cette période qui s'étend jusqu'au neuvième mois de la vie embryonnaire qu'on observe la migration rétrograde des cellules à kératine, telle que l'a décrite Kölliker. Nous croyons toutefois plus exact de dire que la partie centrale de la couche génératrice demeure toujours en regard de l'entrée de la gouttière, tandis que son extrémité postérieure seule s'étend vers le fond de l'involution. Il se produit en un mot un mouvement d'extension partiel de la matrice, mais non un déplacement total. Pendant cet accroissement rétrograde, le dépôt de substance unguéale s'effectue toujours au contact immédiat de cette bande de tissu corné (éperon radiculaire) que l'éponychium a projeté dans l'involution et qui semble, à vrai dire, servir de lame directrice au phénomène de kératinisation (fig. 13).

Le sommet de l'éperon devance toujours en profondeur l'ongle primitif, ce qui permet de dire que sur le lit, aussi bien que dans la

gouttière, la transformation cornée de l'épiderme paraît être l'antécédent nécessaire de la production unguéale.

3° *Ongle définitif.* — Au commencement du cinquième mois, on voit, dans la partie de la matrice primitive qui occupe l'entrée de la gouttière, se produire, *in situ*, des modifications importantes parmi les cellules les plus rapprochées de la surface (fig. 15, *md*).

Celles-ci prennent une forme polyédrique à angles nettement accusés et se colorent légèrement par le picro-carmin. Elles ne renferment plus trace de grains de kératine, mais se remplissent de très fines granulations foncées absolument identiques à celles que l'on retrouve, après la naissance, dans la matrice de l'ongle achevé. La substance nouvelle qui se dépose actuellement à l'état granuleux dans les éléments de la matrice primitive n'est donc autre chose que la *substance onychogène* de Ranvier (fig. 17, *on*).

Le groupe de cellules ainsi isolé à l'entrée de l'involution postérieure grandit peu à peu; bientôt il divise en deux tronçons la matrice primitive à laquelle il se substitue complètement dans la suite, formant au sixième mois une zone cellulaire bien distincte que nous avons désignée sous le nom de *matrice définitive* ou d'*aire pigmentée* (Renaut). Celle-ci occupe alors le tiers postérieur du lit, c'est-à-dire la région lunulaire; elle continue, du sixième mois jusqu'à la fin de la période embryonnaire, à s'accroître en profondeur et s'étend jusqu'au fond de la gouttière, refoulant constamment devant elle les cellules à granulations de kératine. En même temps que s'accomplissent les transformations précédentes, on voit, au niveau du foyer de cette évolution épithéliale nouvelle, c'est-à-dire sous la pointe du périonix, l'ongle primitif devenir rapidement plus épais, mais surtout plus compact, plus nettement strié de haut en bas et d'arrière en avant, et présenter à la coupe un contour net exempt de toute trace de desquamation superficielle (fig. 16). Il n'existe aucune limite précise entre cette couche unguéale nouvelle plus dense et l'ancienne qui règne encore sur la partie antérieure du lit, ainsi que dans la gouttière entr'ouverte, sujette d'ailleurs en ces deux points à une exfoliation évidente. Nous croyons donc pouvoir dire qu'à partir des stades 14/20 et 15/22 centimètres, c'est-à-dire à partir de la première moitié du cinquième mois, apparaît une production unguéale de nouvelle formation que nous appellerons *ongle définitif* et qui, par un procédé de substitution lente et continue, va remplacer peu à peu les couches plus friables de l'ongle

primitif. Cette succession de deux lames unguéales de structure un peu différente, est un fait constant pour tous les points du lit et de la gouttière.

Il nous reste à signaler le fait suivant : la kératinisation marginale s'observe sur toute l'étendue du lit, aussi bien au niveau de la matrice que sur le segment antérieur. Elle persiste à tous les stades, et se voit même encore au sixième et au neuvième mois sur les éléments les plus superficiels des 2/3 antérieurs du lit, dépourvus cependant de toute granulation spécifique. Ce détail nous porte à croire que la production de granulations intra-cellulaires et la transformation directe du corps cellulaire sont deux phénomènes en quelque sorte indépendants, dont le concours est sans doute indispensable pour la constitution d'un ongle proprement dit, mais qui, isolés, peuvent cependant contribuer, dans une certaine mesure, à l'édification de l'organe définitif.

Les cellules superficielles de la région antérieure du lit ne seraient donc pas complètement étrangères à la formation de l'ongle, mais, douées d'une activité restreinte, elles ne donneraient naissance qu'à des couches unguéales plus molles, plus friables, destinées à fournir un plan de glissement aux assises compactes nées de la matrice définitive.

Formation des crêtes de Henle.

Les crêtes de Henle se montrent déjà à l'état de simples vestiges vers le milieu du quatrième mois de la vie embryonnaire. Elles paraissent nettement accusées chez un fœtus de 13 centimètres, c'est-à-dire vers la fin du quatrième mois ou au début du cinquième mois. Dès cette époque, leur répartition à la surface du lit est loin d'être uniforme. Les crêtes dermiques, en effet, ne se forment pas simultanément sur toute la superficie de la région unguéale, mais se montrent à l'origine sur ses bords et sur son segment le plus antérieur. Les éminences latérales apparaissent en premier lieu et naissent presque en même temps sur toute la longueur du champ de l'ongle. Elles s'étendent dès l'origine jusque dans la région même de la matrice, et conservent cette disposition jusqu'aux stades les plus avancés. Elles dépassent toujours en hauteur les crêtes situées sur la partie axile du lit. Ces dernières se forment vers l'extrémité antérieure du doigt, c'est-à-dire sur ce

segment du territoire unguéal qui occupait originairement une position terminale. Peu nombreuses, mais très élevées en avant (80 μ), elles décroissent rapidement en arrière, à mesure qu'on s'éloigne des limites antérieures du lit et disparaissent totalement au niveau de la matrice unguéale. Tandis que le développement progresse, ces crêtes qu'on pourrait appeler primitives se dédoublent et s'abaissent par suite de l'apparition d'éminences secondaires. Celles-ci se multiplient et s'accroissent progressivement, mais d'une manière à peu près uniforme sur toute la surface épidermique située au-devant de la matrice, de telle sorte que, vers le sixième mois, le lit proprement dit se trouve pourvu sur toute sa longueur de crêtes nettement accusées, mais toujours plus élevées en avant qu'en arrière. A aucun stade du développement, du moins jusqu'à l'époque de la naissance, les crêtes de la région axile du lit n'empiètent sur la zone génératrice de l'ongle.

Conclusions générales.

Le développement des extrémités inférieures retarde constamment sur celui des extrémités supérieures. Ce fait connu (Zander, Retterer) se confirme pour l'ongle à toutes les époques de la vie embryonnaire. Ceci posé, toutes les indications chronologiques qui vont suivre auront trait uniquement à l'évolution de l'ongle du pouce.

1° La formation du lit débute dans la première semaine du troisième mois par l'apparition du premier rudiment de l'involution postérieure. La délimitation du lit par un sillon périphérique se complète vers le milieu du troisième mois. Ce dernier phénomène s'accomplit par suite d'une simple prolifération épithéliale ; il n'existe, à cette époque, aucun lien fibreux d'origine périchondrale qui puisse être considéré comme la cause même adjuvante du plissement épidermique.

2° La région ainsi délimitée au troisième mois mérite le nom de *lit primitif*, car elle se compose de deux segments qui se séparent par un sillon secondaire transversal dans la première semaine du cinquième mois.

Le segment antérieur originairement terminal subit seul le déplacement dorsal signalé par Zander et devient plus tard la région de l'angle de l'ongle (Renaut), homologue de la sole des solipèdes

(Boas, *loc. cit.*). Le segment dorsal réservé uniquement à l'ongle constitue à partir du cinquième mois le *lit définitif*.

3° Les crêtes de Henle apparaissent dans la deuxième semaine du quatrième mois. Elles se développent d'abord sur les bords et sur la partie la plus antérieure du lit.

4° La couche superficielle désignée sous le nom d'*éponychium* existe réellement; c'est un véritable *stratum corneum* qui, au commencement du quatrième mois, débute sur l'extrémité antérieure du lit. Il s'accroît ensuite *d'avant en arrière* et recouvre à la fin du quatrième mois toute la surface du lit jusqu'au-dessus de la gouttière. L'évolution cornée ne s'arrête pas en ce point, mais se poursuit dans l'involution postérieure où elle se traduit par la formation d'un *éperon radiculaire* qui s'enfonce progressivement vers le fond de la rainure unguéale.

5° L'*éponychium* refoulé par le développement des parties sous-jacentes se déchire au milieu du lit vers la fin du quatrième mois. Ses deux extrémités seules persistent : la postérieure forme dès cette époque le *périonix*, l'antérieure devient une couche cornée épaisse persistante dans la région de l'angle de l'ongle.

6° Dans la deuxième semaine du quatrième mois, se différencie *au centre du lit* et au milieu du corps muqueux un groupe de cellules qui, à la fin du quatrième mois, aura envahi le *tiers postérieur* de la région unguéale et formera en ce point la *matrice primitive*. Celle-ci se compose de cellules à grains de kératine qui se retrouvent, mais disséminées, sur les deux tiers antérieurs du lit. Ces éléments disparaissent au neuvième mois.

7° Simultanément, sous l'*éponychium* et sur toute l'étendue du lit, se déposent des couches nouvelles, plus épaisses au niveau de la matrice, et qui *vers la fin du quatrième mois*, après la rupture de l'*éponychium*, constituent une lame indépendante : l'*ongle primitif*. Celui-ci a pour caractères spécifiques :

a. — Son origine aux dépens des cellules à kératine qui disparaissent plus tard.

b. — Sa structure lâche, irrégulière et son exfoliation superficielle constante.

Il est en réalité impossible de préciser, d'une manière absolument exacte, l'époque où apparaîtrait pour la première fois une lame distincte méritant le nom d'ongle. C'est par une substitution *lente et continue* que l'ongle primitif déplace et remplace l'*éponychium*.

8° L'ongle primitif ayant recouvert le lit, s'étend *d'avant en arrière* depuis la fin du quatrième mois jusqu'au commencement du neuvième mois. Suivant constamment le déplacement de la matrice, il s'enfonce dans l'involution postérieure en longeant toujours la paroi inférieure de l'éperon radiculaire qui semble lui servir de guide.

9° Tandis que la partie postérieure de la matrice se déplace avec l'ongle primitif, sa partie centrale devient le siège d'une évolution nouvelle, qui débute dans la deuxième semaine du cinquième mois. Les cellules épithéliales subissent à l'entrée de la gouttière une transformation *in situ :* elles changent de forme et se remplissent de fines granulations de *substance onychogène*. Ces modifications s'étendent successivement à tous les éléments de la matrice primitive qui, au début du sixième mois, se trouve ainsi remplacée par une zone cellulaire née sur place à laquelle nous donnerons le nom d'*aire pigmentée* ou de *matrice définitive*.

10° L'évolution épithéliale de la matrice entraîne avec elle la production de couches unguéales nouvelles, plus denses, nettement striées de haut en bas et d'arrière en avant, et ne présentant aucune tendance à l'exfoliation superficielle. Elles apparaissent tout d'abord au niveau du premier rudiment de l'aire pigmentée et constituent en ce point l'*ongle définitif*. C'est encore par un procédé de substitution lente et continue, que l'ongle définitif déplace et remplace l'ongle primitif. Cet envahissement progressif suit la même marche que le développement de l'ongle primitif lui-même.

11° Quand, au neuvième mois, l'ongle définitif, s'étant substitué à l'ongle primitif, aura atteint le fond de la gouttière, il commencera à proéminer en avant et à présenter un bord libre.

12° Les cellules de la partie antérieure du lit qui participent sans aucun doute à la formation de l'ongle primitif, contribuent aussi à l'édification de l'ongle définitif, mais elles ne peuvent à elles seules donner naissance à l'ongle parfait.

13° Par sa situation entre l'éponychium (couche cornée) et la matrice (couche granuleuse), l'ongle représente un *stratum lucidum* modifié reposant sur un *stratum granulosum* qui, au lieu d'éléidine, renferme de la substance onychogène.

14° En résumé, on ne voit à aucune époque un rudiment d'ongle, aussi petit qu'il soit, apparaître, formé de toutes pièces, au milieu du corps muqueux. La production d'un éponychium, d'un ongle primitif et d'un ongle définitif sont trois faits qui s'enchaînent et se

succèdent dans un ordre régulier et constant. La genèse de l'ongle est un phénomène absolument continu, et les seules subdivisions qu'on puisse établir ici doivent répondre aux époques où débutent les diverses modifications cellulaires qui impriment à l'évolution épithéliale ses modalités successives. A ce point de vue on peut établir trois périodes dans le développement de l'ongle :

1° *Période de l'éponychium.* — Depuis la première apparition des cellules à éléidine jusqu'à la rupture de l'éponychium, c'est-à-dire du commencement à la fin du quatrième mois.

2° *Période de l'ongle primitif.* — Du milieu du quatrième mois à la deuxième semaine du cinquième, ou depuis l'apparition des cellules à kératine jusqu'à l'époque du premier dépôt de substance onychogène.

3° *Période de l'ongle définitif.* — Depuis le milieu du cinquième mois jusqu'au début du neuvième.

Il existe naturellement une quatrième période, qui commence au neuvième mois et s'étend au delà de la naissance. On pourrait l'appeler *période de l'accroissement longitudinal.*

Résumé des mensurations.

Le tableau suivant nous montre :

1° Que trois rétrécissements successifs du lit s'effectuent à des époques différentes. A la fin du quatrième mois et au neuvième, le lit se réduit par suite du développement du bourrelet unguéal.

Au cinquième mois, il se trouve rétréci par l'apparition d'un sillon secondaire qui divise la région unguéale en deux segments (formation du lit définitif). Nous ferons remarquer que les variations dans les dimensions du lit correspondent, à peu de chose près, au début des trois périodes de l'ongle primitif, de l'ongle définitif et de l'allongement longitudinal.

2° Que le fond de la gouttière, malgré l'accroissement constant de celle-ci, s'éloigne rapidement de la base de la phalangette ; et que par conséquent il ne saurait être question à aucune époque d'un déplacement dorsal de l'ensemble de la région unguéale.

POUCE.

EMBRYONS	LONGUEUR de LA PHALANGETTE	LONGUEUR DU LIT	DISTANCE du FOND DE LA GOUTTIÈRE à la base de la phalangette.
3c,2/4	580 μ	0	60 μ
4c,4/5,7	650 μ	1mm.	100 μ
7c/9,7	1mm,5	1mm,200	400 μ
10c,5/14,5	2mm.	1mm,500	572 μ
11c,8/17	2mm,079	1mm,320	660 μ
12c,5/19	2mm,470	1mm,470	660 μ
13c/19	2mm,805	1mm,650	752 μ
14c/20	2mm,904	1mm,481	924 μ
15c/22	3mm.366	1mm,650	990 μ
20c/30	4mm,290	1mm,815	1mm,469
25c/37	—	3mm,135	—
33c/47	—	2mm,500	—

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

Arloing, *Poils et ongles*, Thèse agrég., Paris, 1880; Biesiadecki, *Stricker's Handbuch*. Bd I, Cap. XXVI, S. 612 ; Boas, *Morpholog. Jahrbuch*, Bd IX ; Brooke, *Schenk's Mittheilungen*, 1883, Bd II, Heft 3, S. 159 ; Gegenbaur, *Morphol. Jahrbuch*. Bd X ; Henle, *Abhandl. der könig. Gesellschaft der Wissensch.*, Göttingen, 1884, Bd XXXI, S. 28 et 29 ; Heynold, *Beitrag zur Histologie und Genese des Nagel's. Archiv Virchow*, t. LXV, 1875, p. 270 ; Kölliker, *Sitzuns berichte der phys. Medicin Gesellschaft zu Würzburg Jahrgung*, 1888, n° 4; *Entwicklungsgeschichte des Menschen*, Leipzig, 1879 ; *Grundriss der Entwicklungsgeschichte des menschen und der Höheren Thiere*, Leipzig, 1880 ; Quenu, *Des limites de la matrice de l'ongle. Bull. Société chirurg.*, Paris. t. XIII, p. 252 ; Ranvier, *Traité technique d'histologie*, 1882 ; Renaut, *Annales de dermatologie*, 1879-1880, p. 164-170 ; Retterer, *Développement du squelette des extrémités et des productions cornées chez les mammifères*, Thèse doctoral ès sciences, Paris, 1885 ; Unna, *Archiv fur Mikroscop. Anatomie*, Bd 12, 1876; *Ziemssen's Handbuch*, Bd 14, Heft 1 ; Valentin, *Handbuch der Entwicklungsgeschite des menschen*, 1835. Berlin, p. 277 ; Zander, *Archiv für Anat.*, 1884 et 1886.

Voir en outre les traités classiques de Kölliker, de Klein, de Frey, de Sappey, de Ponchet et Tourneux, de Debierre, de Hartewig.

Explication des planches VI et VII.

Indications générales.

a. Angle antérieur du lit primitif; — *b a*[1]. Couche basilaire du bord supérieur de la gouttière; — *b a*[2]. Couche des deux versants de la fossette terminale; — *b a*[3]. Couche du fond de la gouttière; — *b a*[4]. Couche du lit unguéal; — *b a*[5]. Couche du bord inférieur de la gouttière; — *b r*. Bourrelet rétro-unguéal; — *c*. Cartilage fœtal; — *c c*. Cellules en train de subir la transformation cornée directe, sans granulations d'éleidine; — *c d*. Cellules desquamantes de l'extrémité antérieure du lit; — *c h*. Crêtes de Henle; — *c m*. Cellules de la matrice primitive; — *c m c*. Couches moyennes du corps muqueux; — *c r*. Crête du bourrelet rétro-unguéal; — *d*. Point où finit la couche cornée primitive ou éponychium; — *d e*. Dépression du tissu mésoblastique dans laquelle se loge la matrice définitive; — *d i*. Versant distal de la fossette terminale; — *e*. Granulations d'éleidine; — *e p*. Couche cornée primitive ou éponychium, et restes de cette couche sur la partie antérieure du lit; — *e r*. Éperon radiculaire; — *e t*. Couche épithéliale du toit; — *e x*. Tendon extenseur; — *f l*. Tendon fléchisseur; — *f t*. Fossette terminale; — *f p t*. Fossette préterminale; — *g*. Gouttière unguéale; — *i*. Bord supérieur de la gouttière; — *k*. Granulations de kératine; — *m*. Matrice primitive; — *m d*. Matrice définitive; — *o*. Cartilage en voie d'ossification; — *o d*. Ongle définitif; — *o n*. Granulations de substance onychogène; — *o p*. Ongle primitif; — *p*. Périchondre; — *p e*. Perionix et prolongement de cette couche cornée dans la gouttière; — *p r*. Versant proximal de la fossette terminale; — *r l*. Rainures latérales; — *s*. Paroi supérieure de la gouttière; — *s a*. Segment antérieur du lit; — *s c*. Stratum corneum; — *s g*. Stratum granulosum; — *z s*. Zone stratifiée; — α. Moitié superficielle des cellules desquamantes; — β. Moitié profonde des cellules desquamantes; — γ. Espace qui reste entre la zone stratifiée et la couche basilaire; — δ. Couche superficielle du revêtement corné du segment proximal ou reste de l'éponychium; — μ. Couche profonde du revêtement corné du segment proximal ou reste de l'éponychium; — η. Couche profonde de l'éponychium proprement dit; — θ. Couche superficielle de l'éponychium proprement dit; — φ. Éperons d'accroissement.

Toutes nos figures ont été dessinées à la chambre claire et au grossissement uniforme de 35 diamètres, sauf les figures de détail.

Planche VI.

Fig. 1. — Coupe longitudinale du pouce sur le fœtus de 3,2/4 *a* ♂ montrant le premier vestige de l'involution postérieure *g*.

Fig. 2. — Coupe longitudinale du pouce d'un fœtus de 4,4/5,7 ♀, montrant l'involution postérieure *g*, le bourrelet rétro-unguéal *b r* et la fossette terminale *f t*.

Fig. 3. — Involution postérieure du fœtus de 4,4/5,7 au grossissement de 300/1, laissant voir la couche basilaire *b a*[3] en voie de prolifération.

Fig. 4. — Coupe longitudinale du pouce sur le fœtus de 7/9,5 *d* ♂. On remarque ici le déplacement de la fossette terminale vers la région dorsale.

Fig. 5. — Fossette terminale sur le même fœtus au grossissement de 450 diam. Cellules desquamantes de la surface épidermique.

Fig. 6. — Gouttière unguéale sur le même fœtus au grossissement de 300 diam. Cette coupe montre la disposition de la couche basilaire sur les parois et sur le fond de l'involution.

Fig. 7. — Coupe longitudinale du pouce sur le fœtus de 10,5/14,5 *a* ♂. Cette coupe montre la couche cornée superficielle ou éponychium *e p*, ainsi que la division du corps muqueux en zone stratifiée *z s*, matrice primitive *m* et segment antérieur *s a*.

Fig. 8. — Matrice primitive du même fœtus au grossissement de 450 diam. Cette coupe montre les détails de structure de la matrice primitive : les granulations de kératine *k*, la kératinisation marginale et l'absence de crénelures sur le bord des éléments. On y voit aussi l'éponychium *e p* dont la couche profonde commence à se colorer en jaune (première trace d'ongle primitif).

Fig. 9. — Coupe de l'épiderme de la partie antérieure du lit sur le même fœtus au grossissement de 450 diam. Cette coupe passe à peu près au niveau du point *s g* de la figure 7 et montre les cellules à fines granulations d'éleidine *e*, ainsi que l'éponychium qui en dérive. Les granulations d'éleidine sont incolores en raison du mode de préparation.

Fig. 10. — Coupe longitudinale du gros orteil sur le fœtus de 10,5/14,5 *a* ♂, indiquant le développement antéro-postérieur de l'éponychium.

PLANCHE VII.

Fig. 11. — Coupe longitudinale du pouce sur le fœtus de 11,8/17 *a* ♂. Rupture de l'éponychium *e p* et apparition de l'ongle primitif *o p*.

Fig. 12. — Coupe longitudinale du versant distal de la fossette terminale sur le même fœtus au grossissement de 450 diam. Cette coupe répond au point *d i* de la figure 11 et montre la formation d'un stratum corneum sans l'intervention de granulations d'éleidine.

Fig. 13. — Coupe longitudinale de la gouttière de l'ongle sur le fœtus de 12,5/18 *b* ♂, laissant voir l'éperon radiculaire *e r* composé de deux bandes distinctes *o p* et *p e* ainsi que la zone stratifiée *z s* (gross. 230/1).

Fig. 14. — Coupe longitudinale de la matrice primitive sur le même fœtus au grossissement de 450 diam. montrant la matrice dans son complet développement ainsi que l'ongle primitif *o p*.

Fig. 15. — Coupe longitudinale du pouce sur le fœtus de 14/20 *a* ♀. On remarque ici la première apparition de la fossette préterminale *f p t* et sous le périonix une zone plus colorée *m d*, premier vestige de la matrice définitive.

Fig. 16. — Coupe longitudinale du pouce sur un fœtus de 20/30 *b* ♂. Cette coupe montre surtout le grand développement de la matrice définitive *m d* ainsi que la couche d'ongle définitif qui la surmonte, *o d*.

Fig. 17. — Coupe longitudinale de la matrice définitive du même fœtus au grossissement de 450 diam., montrant les détails de structure. On remarquera, dans la matrice, l'absence de couche basilaire distincte, la forme anguleuse des cellules, leurs granulations foncées de substance onychogène et la kératinisation marginale des éléments voisins de l'ongle.

Fig. 18. — Coupe longitudinale du médius sur le fœtus de 33/47 cent. La couche cornée de l'épiderme s'est détachée partout, sauf sous le bord libre de l'ongle. Elle représente en ce point les restes de l'éponychium, c'est-à-dire la couche *e p* des figures 10, 15, 16, homologue de la sole des solipèdes (gross. 16/1).

Fig. 19. — Coupe transversale sur l'index du fœtus de 10,5/14,5 portant sur la partie la plus antérieure du lit. Cette coupe indique la position des involutions latérales *r l* ainsi que le premier indice des crêtes de Henle *c h* (gross. 26/1).

Fig. 20. — Coupe transversale de l'index sur le fœtus de 15/22 cent. *b* ♂, montrant l'épithélium cylindrique allongé qui recouvre les crêtes primitives de la partie antérieure du lit *c h*. Les cellules cylindriques présentent une orientation oblique sur le versant de crêtes et sont pourvues d'un pied finement dentelé (gross. 310/1 diam.).

DE L'ACTION

DE LA

STRYCHNINE, DE LA BRUCINE ET DE LA PICROTOXINE

SUR LE *CARCINUS MAENAS*

Par H. de VARIGNY,

Docteur ès sciences,
Préparateur de la chaire de Pathologie comparée du Muséum.

Les notes qui suivent résument un certain nombre d'expériences faites avec la brucine, la strychnine et la picrotoxine, sur le crabe commun de nos côtes. Celles-ci ont été faites en partie sur les côtes de la Manche, avec des crabes frais, en partie à Paris, avec des crabes qui m'ont été expédiés de Cette, par les bons soins de M. le professeur A. Sabatier, directeur de la station zoologique fondée par lui à Cette et rattachée à sa chaire de zoologie à la Faculté des sciences de Montpellier. Qu'il me soit permis de lui dire ici combien je lui suis obligé pour ses nombreux envois d'animaux.

Je ne me suis proposé d'autre but, dans ces expériences, que d'étudier le *Carcinus* en question au point de vue de la réaction convulsive à trois poisons dont l'action convulsivante est considérable chez les animaux vertébrés, afin de voir si, malgré les différences considérables existant dans le mode de constitution du système nerveux chez les animaux vertébrés et invertébrés, la réaction demeure la même pour les mêmes poisons. Je ne me suis pas occupé de leur action sur le cœur ni sur les autres organes ou appareils. Je n'ai point connaissance de recherches faites avec ces poisons sur le *Carcinus maenas*, en dehors de celles de Mac Intosh et de E. Yung. Ces recherches n'ont porté que sur l'action de la strychnine. C. F. W. Krukenberg s'est bien occupé aussi de cette question, mais ne l'a étudiée que chez l'écrevisse. Pour la brucine et

la picrotoxine, nous n'avons point trouvé mention de recherches antérieures.

Les expériences ci-dessous relatées ont toutes été faites de la même manière. Le crabe, choisi toujours parmi les animaux actifs et bien portants, reçoit la substance toxique par injection : celle-ci est pratiquée, avec une seringue de Pravaz, dans la membrane inter-articulaire de l'une des pattes de la dernière paire, dans la membrane protégeant l'union de la patte avec le céphalo-thorax, l'aiguille étant enfoncée d'un demi ou un centimètre dans le corps. Cette méthode est de beaucoup préférable à celle de l'injection dans une patte, car l'injection dans les appendices locomoteurs, pour peu qu'elle soit douloureuse, détermine l'autotomie, avant que le poison ait pu pénétrer dans la circulation, et l'on se trouve n'avoir rien fait.

La quantité de liquide injecté a toujours été faible : un demi ou trois quarts de centimètre cube au plus; le plus souvent un huitième ou un dixième. Il est facile de s'assurer que l'injection de pareilles quantités d'eau douce ne détermine — pour les crabes du poids de ceux que j'ai employés : c'est là une réserve essentielle à faire — aucun symptôme, aucun trouble particulier, comparable à ceux que provoque l'injection des poisons étudiés. Aussitôt après l'injection, l'animal est abandonné à lui-même dans un cristallisoir contenant un peu d'eau de mer (un centimètre environ de profondeur); on le met alternativement sur le dos et sur le ventre pour bien voir ses pattes, et noter les symptômes qui se présentent du côté des muscles locomoteurs. Il est bon de le mettre souvent sur le dos, pour voir les mâchoires externes.

La température à laquelle les expériences ont été faites a été de 12° à 15° centig. en moyenne (température de l'air et de l'eau; c'était aussi celle de la solution).

Venons-en maintenant à l'exposé des expériences que je résume brièvement d'après mes notes.

Chlorhydrate de strychnine. — La moitié de mes expériences a été faite avant que j'eusse pris connaissance de celles de Mac Intosh et de Yung (expériences I-VI inclusivement). En somme, comme on le verra, mes résultats sont d'accord avec les leurs. Voici comment s'exprime Mac Intosh à cet égard [1]. Il opérait en faisant une

1. W. C. Mac Intosh : *Observations and Experiments on the Carcinus maenas. Prize Thesis.* Londres, 1861; William et Norgate, p. 50.

injection (à titre indéterminé) *per anum*. « Tout d'abord, ils (les crabes) firent de violents efforts, avec contractions spasmodiques des membres. La production d'écume aux orifices branchiaux commença souvent immédiatement, et continua d'une façon très active. Après ces premiers efforts violents, les crabes restaient généralement étendus, tranquilles, souvent avec les plus petites pattes élevées au-dessus du corps. Au bout d'un quart d'heure, gargouillement; quand on les irrite, mouvements faibles. Yeux et antennes tranquilles. Une heure après, tous conservaient des traces de vie, et quelques-uns même se déplaçaient. Les membres étaient souvent étendus d'une façon spasmodique... Les spasmes tétaniques, qui sont habituellement le résultat de l'injection des doses toxiques de la substance susdite, et de la noix vomique, n'étaient aucunement évidents chez les crabes. Il y eut sans doute des tressaillements, de petites contractions, mais ils s'observaient souvent auparavant. »

Pour Yung [1], qui ne semble point avoir eu connaissance du travail de Mac Intosh, il conclut de la façon suivante : « En résumé (p. 78) nous pouvons dire que la strychnine agit sur les crustacés en donnant lieu aux mêmes symptômes d'empoisonnement que chez les vertébrés, à condition qu'elle soit injectée dans le système lacunaire; que, contrairement à ce que professe M. Vulpian dans le passage de ses *Leçons* (*sur les substances toxiques et médicamenteuses*) que nous avons rapporté (il s'agit d'expériences sur l'écrevisse), l'affaiblissement de l'animal est en général extrêmement rapide; qu'il suit immédiatement l'injection, si celle-ci a été un peu forte, et quoiqu'elle soit souvent très passagère, il existe chez ces animaux une période de convulsions tétaniques qui, dans les cas favorables, s'observe très nettement, et d'une façon significative sur les membres, principalement chez les macroures. » Vulpian dit à la page 599 des *Leçons*, que la strychnine ne produit pas chez l'écrevisse d'effets convulsivants « bien nets »; il se manifeste un peu d'agitation, puis de la paralysie; parfois cependant, en frappant la table sur laquelle repose l'animal, « on provoquait un très léger mouvement tonique d'une des pinces. »

Dans les expériences que nous avons faites, nous n'avons que rarement noté la production de mouvements présentant le caractère spasmodique ou tétanique, et sur ce point nous ne pouvons

1. *Recherches sur la structure interne et les fonctions du système nerveux central chez les crustacés décapodes*. 1878, Paris.

accepter intégralement les conclusions de Yung. Les mouvements spasmodiques sont *très inconstants et très passagers*, et, aux doses employées par nous, *la strychnine est bien plutôt un paralysant qu'un convulsivant* : elle n'agit point sur les muscles comme le fait la picrotoxine, ainsi qu'on le verra plus loin, ni comme certains poisons de la série cinchonique, comme nous le montrerons dans un prochain travail. On ne peut nier l'existence de mouvements spasmodiques dans quelques expériences, comme on va le voir plus loin; mais le fait est rare, et sa rareté est d'autant plus certaine que nous étions plus disposés à noter les moindres manifestations de ce genre, car nous pensions trouver la strychnine assez active au point de vue spécial qui nous occupe, et n'avons pu laisser passer inaperçus les phénomènes tétaniques ou convulsifs. Les expériences ont été faites avec du chlorhydrate de strychnine en solution saturée, et l'on sait qu'à 15° centig. 100 centimètres cubes d'eau en dissolvent 2 grammes. On peut donc considérer la solution employée comme étant au titre de 2 p. 100.

Expérience I. *18 septembre 1888.* — A quatre *Carcinus maenas* tout à fait frais et vifs, sortant de l'eau, du poids moyen de 25 grammes, j'injecte 3 milligrammes (T. 15° cent.) de chlorhydrate de strychnine.

En moins d'une minute, cessation des mouvements coordonnés après des signes de douleur, et des mouvements de fuite. Mis sur le dos, les animaux agitent lentement et en désordre les différents membres. L'abdomen s'écarte spontanément du thorax. Quelques mouvements des mâchoires externes. Au bout de peu de minutes, immobilité complète. En tracassant l'animal on provoque quelques mouvements incoordonnés, lents et maladroits.

Exp. II. *19 septembre 1888.* — A trois crabes de même espèce, pesant de 20 à 25 grammes, j'injecte 3 milligrammes de strychnine. Peu ou point d'agitation après l'injection. Ils restent en place, agitant faiblement leurs mâchoires et leurs membres, ces derniers d'une façon lente, incoordonnée, *un peu spasmodique*. Chez deux des crabes, l'abdomen s'écarte du thorax. Autotomie de plusieurs pattes (dont deux pinces), mais non de celles à l'articulation desquelles l'injection a été pratiquée. 20 minutes plus tard, il y a agitation lente et incoordonnée des membres. Mâchoires immobiles. L'abdomen s'écarte et se rapproche alternativement du thorax. Mis sur le ventre, les animaux ne peuvent se mouvoir, encore moins se redresser en posture normale.

Exp. III. *25 septembre 1888.* — A trois crabes pesant 25, 25 et 30 grammes, j'injecte respectivement à 2 h. 30, 3, 4 et 5 milligrammes de chlorhydrate de strychnine. Tous exécutent aussitôt des mouvements de fuite, mais

en moins d'une minute ils sont hors d'état de les continuer. Mis sur le dos, pour faciliter l'observation de la motilité, ils s'agitent lentement, sans coordination. Quelques petits mouvements spasmodiques des pattes se produisent, assez vifs et brefs. Pas de locomotion. Les spasmes, rares d'ailleurs, passent vite, et il ne reste plus que des mouvements lents, incoordonnés, sans la moindre contracture. Les animaux n'essayent pas de pincer le doigt mis entre les deux forceps; ils paraissent paralysés ou engourdis, ne mouvant que très lentement et isolément leurs différents membres. Pas de mouvement des màchoires, sauf un peu chez le plus gros. Les pédoncules oculaires restent dressés. Aucune autotomie spontanée, il ne s'en produit pas non plus quand on excite les pattes douloureusement. En somme, langueur extrême, bien que les animaux présentent presque continuellement des mouvements isolés, lents, faibles, incoordonnés, sans but ni résultat.

3 h. Le crabe à 3 milligrammes se remet. Il se meut et déplace, avec quelque raideur, les pattes semblant fléchir avec quelque difficulté. Le crabe à 4 milligrammes ne va guère mieux qu'à 2 h. 30. Celui à 5 milligrammes s'agite un peu, mais faiblement. *5 h.* Cela va mieux, bien qu'il n'y ait encore retour ni de la coordination ni de la locomotion. *6 h. 1/2.* Mieux encore, mais forte agitation des mâchoires.

Le 26 à 9 h. matin. Vivants, mais faibles. *7 h. soir.* La motilité spontanée n'est pas revenue, mais la vie persiste. *Le 27 au matin* : même état.

Exp. IV. *2 octobre 1888.* — A cinq crabes de 21, 24, 26, 28 et 37 grammes j'injecte 4 milligrammes de chlorhydrate de strychnine, à 3 h. 30 après midi. Immobilité rapide. Mis sur le dos, ils présentent quelques mouvements des mâchoires, mais plus lents, plus rares que sous l'influence de la brucine. Celles-ci sont entr'ouvertes et ne se meuvent que partiellement. Chez deux (28 et 37 grammes) l'abdomen s'écarte du thorax. Du côté des pattes, petits mouvements lents, partiels, parfois spasmodiques. Pas de contracture. C'est chez le crabe le plus lourd que les mâchoires sont le plus actives et durant le plus long temps.

4 h. Les animaux s'agitent lentement, sans grande coordination, mais avec plus de vivacité. Les mâchoires s'agitent un peu. Pas de mouvements coordonnés de locomotion, bien que les mouvements aboutissent parfois à un certain déplacement.

4 h. 25. Même état. Ces crabes sont vivants le lendemain matin (10 h.), mais peu actifs.

Exp. V. *31 décembre 1888.* — Crabes venant de Cette. A un crabe de 65 grammes j'injecte, à 4 h., 5 milligrammes de strychnine. Agitation, puis, en une minute, immobilité complète. Les mâchoires marchent un peu quand on les touche. Pattes immobiles, molles, flasques, sans contracture. Aucun effort; pas de mouvements spontanés. L'agitation spontanée des mâchoires est faible.

4 h. 15. Si l'on agite l'animal, il remue faiblement les pattes. Agitation spontanée des mâchoires très faible.

4 h. 30. L'immobilité persiste. En remuant l'animal on détermine de légers mouvements des pattes et mâchoires.

5 h. 7. Même état. L'animal reste immobile tant qu'on ne le tracasse pas.

5 h. 30. Même état. Le cœur mis à nu bat bien.

6 h. Nulle spontanéité; réaction nette quand on l'agite.

6 h. 30. Immobilité absolue. Mobilité provoquée faible, plus nette du côté des mâchoires. Je n'ai pu voir l'animal le premier janvier, mais je le trouve mort le 2.

Exp. VI. *5 janvier 1889.* — A trois crabes pesant (A) 76, (B) 53 et (C) 48 grammes, j'injecte, à 2 h. 5, cinq milligrammes de sel de strychnine. Tous s'agitent un moment. C présente quelques tressaillements vifs de la patte à la base de laquelle l'injection a été faite. Puis, immobilité, sauf aux mâchoires de A. Aucune raideur; aucune réaction quand on les tracasse.

2 h. 25. Immobiles, comme paralysés; ne réagissant pas. Seules les mâchoires se meuvent spontanément.

2 h. 32. Mâchoires et pattes immobiles, sauf chez A. En touchant celles-ci on les met en mouvement. Les pattes gardent la position où on les met.

2 h. 55. A seul présente de la motilité spontanée des mâchoires. Pattes immobiles. En tracassant les animaux on fait remuer les mâchoires seules. B est le plus malade; son cœur va encore, cependant.

3 h. 15. Persistance de la mobilité spontanée des mâchoires chez A. Immobilité des pattes chez tous trois. Le cœur de B bat bien.

6 h. Même état : immobilité absolue des pattes chez tous, soit au repos, soit quand on remue les animaux. Les mâchoires de A vont toujours. Le lendemain, 6 janvier, à 3 heures, l'état est le suivant. A : mâchoires en mouvement. Motilité spontanée des pattes, nulle; provoquée, très faible. B : rien aux mâchoires. Nulle motilité des pattes spontanée ni provoquée. Le cœur bat cependant. C est mort : le cœur ne bat plus.

Exp. VII. *2 février 1889.* — A un crabe de 60 grammes j'injecte 2 milligrammes 1/2 de chlorhydrate de strychnine, à 12 h. 30. Quelques mouvements incoordonnés, quelques frémissements très faibles. Agitation des mâchoires. Puis immobilité complète des membres. Quand on touche l'animal, il se produit quelques petits mouvements incoordonnés, mais il ne se défend pas quand on le menace; il ne referme pas ses pinces sur le doigt. Pattes en demi-flexion.

1 h. 10. Immobilité absolue. Légère réaction générale quand on le tracasse. Aucune locomotion cependant.

2 h. 15. Même immobilité. Très faible réaction quand on tracasse l'animal; elle se manifeste surtout aux mâchoires. Même état à 3 h. 25 et à 5 h. 30. Je n'ai pas vu l'animal le 3, mais le 4 je l'ai trouvé mort.

Exp. VIII. *2 février 1889.* — A 12 h. 40, injection de 1 milligramme 1/4 de chlorhydrate de strychnine. Un peu d'agitaion incoordonnée, puis immobilité. Une minute après l'injection, il est comme paralysé, ne mouvant ses membres que très faiblement après qu'on l'a agité et remué. Les mâchoires se meuvent un peu. Pattes flasques et molles, sans raideur ni contracture. Mis sur le dos, l'animal reste immobile et ne s'agite que lorsqu'on le tracasse.

1 h. 10. Seules les mâchoires se meuvent spontanément. Réaction très faible. A 2 h. 15 et à 3 h. 30 même état. 5 h. 30. La motilité spontanée est revenue et se manifeste occasionnellement. Réaction assez bonne. Le 4 ce crabe se porte parfaitement bien; il se meut avec rapidité et semble absolument normal. Son poids est de 58 ou 60 grammes.

Exp. IX. *2 février 1889.* — Crabe de 60 grammes. Injection, à 12 h. 45, de 2 milligrammes 1/2 de chlorhydrate de strychnine. Il s'agite faiblement, puis devient absolument immobile. Pas de contracture; aucun mouvement spasmodique. Mis sur le dos, il place ses pattes en demi-flexion : peut-être y a-t-il quelque raideur. Réaction très faible. De 1 h. 15 à 5 h. 30 cet état persiste; immobilité, réaction très faible. Le 4 février (je n'ai pu le voir le 3) je le trouve mort.

Exp. X. *4 février 1889.* — Deux crabes pesant de 55 à 60 grammes. Je leur injecte à 3 heures 1 milligramme 1/4 de chlorhydrate. Mouvements de fuite, puis, très rapidement, immobilité. Aucune raideur, rien de spasmodique dans les mouvements précédant l'immobilité. 3 h. 30. La motilité provoquée est bien revenue chez l'un, faible chez l'autre. Motilité spontanée nulle. 6 h. L'un d'eux présente une bonne motilité spontanée; l'autre ne bouge guère.

Le 5 tous deux sont vivants, mais peu actifs.

En somme, injecté aux doses indiquées, le chlorhydrate de strychnine détermine une immobilité très rapide, non une paralysie absolue, mais un affaiblissement considérable de la motilité spontanée qui parfois disparaît presque complètement, et de la motilité provoquée qui diminue dans des proportions très notables. Dans quelques cas, nous avons pu noter quelques tressaillements musculaires, quelques faibles et passagers mouvements ayant le caractère spasmodique, mais c'est là une exception, et ce phénomène nous a paru très inconstant et exceptionnel, malgré une attention très soutenue au début de l'expérience, c'est-à-dire durant la période où Yung l'a constaté. Remarquons que les doses administrées aux crabes ont été, eu égard au poids de ceux-ci, de beaucoup supérieures à celles qui eussent suffi à tuer des animaux vertébrés, et qu'en général elles n'ont pas été mortelles. La toxicité de la strychnine n'est donc pas comparable, pour les crabes, à ce qu'elle est chez les vertébrés.

Sulfate de brucine. — Ces expériences ont été faites avec une solution titrée au centième : 1 gramme de sulfate pour 100 centimètres cubes d'eau distillée.

Expérience I. *18 septembre 1888.* — Crabe moyen de 25 grammes environ. Je lui injecte 1 milligramme 1/2 de brucine. Mouvements de fuite. Au

bout de quelques secondes, mouvements incoordonnés des pattes, puis agitation rapide des mâchoires intérieures. Les pattes deviennent immobiles ; seules, les mâchoires continuent à s'agiter pendant longtemps. Quand on le touche, ou l'agite, les pattes restent immobiles, mais les mâchoires fonctionnent avec rapidité.

Exp. II. *19 septembre 1888.* — Trois crabes moyens, de 25 grammes environ. Injection de 1 milligramme 1/2 de brucine. Agitation et mouvements de fuite, puis en peu de temps, immobilité presque absolue, sauf pour les mâchoires qui s'agitent avec force. L'abdomen s'écarte du thorax chez deux d'entre eux. Au bout d'un certain temps, les mâchoires cessent de s'agiter, mais il suffit de tracasser l'animal pour voir reprendre les mouvements de ces parties, alors que les pattes restent presque absolument immobiles.

Exp. III. *20 septembre 1888.* — Trois crabes de 20 ou 25 grammes. Injection de 1 milligrame 1/2 de sulfate de brucine. Agitation qui ne dure pas une demi-minute; les mouvements deviennent graduellement faibles. lents, incoordonnés, et l'animal s'arrête. Les mâchoires se mettent alors à s'agiter. Mis sur le dos, l'animal ne présente que de très faibles mouvements, ou bien reste immobile. Les mâchoires s'arrêtent de temps à autre, mais il suffit de toucher l'animal, de le remuer un peu pour qu'elles reprennent leur mouvement pendant un temps. Un quart d'heure après l'injection, un peu de locomotion spontanée, mal coordonnée, avec forte agitation, simultanément, des mâchoires. Douze heures plus tard, l'un est très vif et bien portant; les deux autres plus tranquilles. Les mâchoires ne s'agitent plus. Vingt-quatre heures après le début, le plus gros des crabes se porte très bien, les deux autres bien; motilité bonne et bien coordonnée; mis sur le dos, ils se redressent aisément : aucun trouble sérieux, ni même léger.

Exp. IV. *24 septembre 1888.* — A six crabes, de 25 grammes environ. j'injecte (à chacun) 3/4 de milligramme de sulfate de brucine. Résultats identiques aux précédents : c'est l'agitation des mâchoires, avec faiblesse ou immobilité des pattes, qui attire l'attention. Quand les mâchoires s'arrêtent, il suffit de toucher l'animal pour les voir fonctionner à nouveau. Deux crabes à qui j'injecte de l'eau douce en quantité égale et supérieure à celle de la solution, ne présentent rien de pareil; ils restent tout à fait normaux. Tous vont très bien 18 heures plus tard.

Exp. V. *24 septembre 1888.* — Crabe de 25 ou 28 grammes. Injection de 1/4 de centimètre cube de la solution (2 milligrammes 1/2 de sulfate de brucine). Fuite, un peu d'agitation spasmodique des pattes. puis immobilité, et enfin agitation rapide des mâchoires. Ce crabe se remet vite; le lendemain, il va très bien, comme ceux de l'expérience précédente.

Exp. VI. *25 septembre 1888.* — A trois crabes, un de 35 grammes et deux de 25, j'injecte 2 milligrammes 1/2 de sulfate de brucine. En moins d'une minute, immobilité des pattes, et agitation des mâchoires. Pas un mouvement des pattes. Quand on tracasse les animaux, il se produit une

faible agitation des pattes et les mâchoires redoublent d'activité. Dix minutes plus tard, la motilité provoquée est meilleure. A cinq heures, peu de motilité volontaire : en agitant les animaux, on détermine des mouvements des mâchoires et des pattes, même à 6 heures 1/2. Le lendemain à 7 heures du soir, tous trois sont vivants, peu vifs il est vrai, mais assez bien portants.

Exp. VII. *28 septembre 1888*, 6 heures 45 du soir. — A quatre crabes pesant de 20 à 25 grammes, j'injecte 1 milligramme de brucine. Mouvements de fuite, puis, très rapidement, immobilité des pattes, pendant que les mâchoires sont prises de leur agitation ordinaire. Quand celle-ci s'arrête, il suffit de tracasser les animaux pour la faire reparaître. A 8 heures, le plus gros est remis; les petits restent immobiles, réagissant assez bien quand on les agite. Le lendemain matin, le plus gros va très bien; un des petits va bien; les deux autres petits sont assez faibles, mais vivants, car ils réagissent quand on les secoue.

Exp. VIII. *2 octobre 1888*. — A cinq crabes pesant 21, 22, 23, 24 et 34 grammes, j'injecte 1 milligramme 1/2 de brucine. En quelques secondes, immobilité absolue, qui contraste bien avec la faible motilité des crabes strychnisés en même temps. Les mâchoires s'agitent faiblement chez l'animal laissé tranquille, fortement chez celui qu'on secoue (4 heures 15). Le lendemain matin, tous vont très bien, alors que les strychnisés sont faibles.

Exp. IX. *3 octobre 1888*. — A huit crabes pesant de 15 à 25 grammes, j'injecte 2 milligrammes de brucine. Mouvements de fuite, puis, rapidement, immobilité. Mis sur le dos, ils restent immobiles; mais chez tous, agitation des mâchoires. Quand elle cesse, on la fait reprendre aisément en touchant les animaux (1 heure après midi). A 4 heures, amélioration. Le 5 au matin (le surlendemain), ils vont tous très bien.

Exp. X. *5 janvier 1889*. — A deux crabes pesant (A) 42 et (B) 53 grammes, j'injecte, à 2 heures 15 minutes, 2 milligrammes 1/2 de brucine. Les crabes sont très vifs. Ils s'agitent fortement, puis s'arrêtent. Les mâchoires se mettent à fonctionner. 2 heures 35. Pas de réaction spontanée. Les mâchoires vont toujours. 6 heures du soir. Même agitation des mâchoires. Motilité spontanée nulle; provoquée, très faible. Vingt-quatre heures après, vivants, mais faibles; motilité spontanée très faible; les mâchoires s'agitent dès qu'on touche l'animal.

En somme, la brucine détermine, comme la strychnine, un affaiblissement considérable de la motilité volontaire, mais, différente en ceci, de cette substance, elle provoque une agitation très caractéristique des mâchoires externes qui se mettent à marcher d'une façon fort active, et assez régulière, similaire à la manière dont elles se meuvent pendant la mastication. Cette agitation, au degré où elle se présente, est très particulière, et ne s'observe pas avec les autres poisons étudiés au cours de ce travail. L'immobilité des

membres est plus complète qu'avec la strychnine; les animaux brucinés réagissent aux excitations par des mouvements masticatoires sans mouvements des pattes; les strychnisés, par des mouvements des pattes sans agitation des mâchoires.

Picrotoxine. — Dans les expériences qui suivent, il a été fait usage d'une solution saturée de picrotoxine. Cette substance se dissout dans la proportion de 1 pour 150 parties d'eau à la température de 18° ou 20° centigrades. Les expériences ci-dessous ayant été faites à des températures plus basses, à 15° centigrades en moyenne, il est certain que la proportion de picrotoxine injectée a été moindre que le 1/150ᵉ du poids du liquide.

Expérience I. *23 septembre 1888*. — A trois crabes frais, du poids de 20 ou 25 grammes, j'injecte 3 vingtièmes de centimètre cube de la solution. Agitation très vive, suivie, au bout d'une minute environ, d'une contracture intense de tous les appendices locomoteurs, des mâchoires, et des pédoncules oculaires. J'essaye de faire cesser la contracture d'une des pattes, et de la mettre en extension (elles sont contracturées en flexion) : elle se brise à la base, mais ne s'étend pas. Avec 2 vingtièmes de centimètre cube, la contracture se produit aussi nettement et aussi fortement. On la voit commencer, en remarquant que les pattes, en extension, deviennent raides, malhabiles, et ensuite se fléchissent d'une façon continue, lente, mais sans arrêt, élevant peu à peu le corps au-dessus du sol, et se groupant sous lui. Seules les deux pattes postérieures se contracturent en une position différente; au lieu de se replier sous l'abdomen, la cuisse se projette en dehors et en arrière, l'extrémité de la patte se dirigeant en dedans. Au bout de 30 minutes, la raideur persiste telle quelle : les membres se brisent, mais ne plient point. Au bout de 8 heures, la raideur a disparu, mais les animaux sont morts.

Exp. II. *23 septembre 1888*. — A quatre crabes dont le plus gros pèse 35 grammes environ, j'injecte 2 vingtièmes de centimètre cube. Même contracture, sans mouvements tétaniques préalables; contracture si intense qu'elle détermine la fracture de différents membres. Tous morts le même soir.

Exp. III. *24 septembre 1888*. — Je mélange 1/2 centimètre cube de la solution avec 1/2 centimètre cube d'eau pure, et de ce mélange j'injecte 3 vingtièmes (1 et 1/2 de la solution saturée, par conséquent) à plusieurs crabes de 25 grammes environ (9 heures du matin). Tous en moins d'une minute, sans mouvements tétaniques, sans convulsions, sans tressaillements préalables, et sans autres symptômes que de la raideur et de l'inhabileté, sont pris d'une contracture graduelle, intense, qui devient complète en 10 ou 15 secondes au plus, et au cours de laquelle différentes pattes s'autotomisent (ce ne sont pas celles au niveau desquelles l'injection a été pratiquée). J'opère alors avec un mélange de 1/4 de centimètre cube de picro-

toxine avec 1/2 centimètre cube d'eau pure et j'en injecte 3 vingtièmes de centimètre cube, ce qui équivaut à 1/20e de centimètre cube de la solution saturée. Même résultat. L'après-midi du même jour, tous ces crabes sont morts ou mourants.

Exp. IV. *24 septembre 1888.* — Je fais un mélange de 1/4 de centimètre cube de picrotoxine, avec 3/4 de centimètre cube d'eau pure. De ce mélange, j'injecte 3 vingtièmes (moins de 1 vingtième de centimètre cube de la solution saturée), à deux crabes de 25 ou 30 grammes. Symptômes identiques, mais peut-être moins forts. Les animaux sont cependant morts le lendemain.

Exp. V. *25 septembre 1888.* — Je fais un mélange de 3 vingtièmes de centimètre cube de picrotoxine avec 17 vingtièmes de cent. cube d'eau pure, et j'injecte 3 vingtièmes de centimètre cube de ce mélange à deux crabes de 20 et 30 grammes. Mêmes symptômes. L'animal semble lutter un peu contre la raideur, ses membres sont au début en extension normale, et il s'agite, mais avec raideur et embarras. Peu à peu, les pattes se fléchissent légèrement, se rapprochant du corps, passant sous lui et le soulevant du sol. Les pinces s'entre-croisent; les pattes postérieures prennent leur attitude particulière.

Du même mélange, j'injecte 2 vingtièmes de centimètre cube à un autre crabe, un vingtième à un dernier. Mêmes phénomènes absolument. Tous sont morts quelques heures après.

Exp. VI. *25 septembre 1888.* — Je fais un mélange de un vingtième de centimètre cube de picrotoxine, avec 19 vingtièmes d'eau pure, et j'injecte à 3 crabes de 25 grammes environ, 1, 2 et 3 vingtièmes de centimètre cube du mélange (2 heures après midi). Le plus gros est celui qui ne reçoit qu'un vingtième. En une ou deux minutes, tous trois sont pris de contracture. Celle-ci est évidemment moins violente qu'avec les doses plus fortes employées précédemment, mais elle est encore très nette. Cinq minutes après l'injection, je mets à nu le cœur du crabe à 3 vingtièmes : il bat bien. Vingt minutes après le début, le crabe à 1 vingtième remue faiblement les pattes. Tous trois sont morts le lendemain matin.

Exp. VII. *26 septembre 1888.* — Du mélange (1 vingtième picrotoxine et 19 vingtièmes eau pure) qui a servi dans l'expérience précédente, j'injecte 1 vingtième de centimètre cube à trois crabes de 30 et 35 grammes (10 heures 45 du matin). La contracture se produit au bout de 4 ou 5 minutes seulement. A 2 heures, elle a diminué : il y a une certaine motilité spontanée. Le lendemain matin, ils vont bien.

Exp. VIII. *27 septembre 1888.* — Même mélange. J'en injecte 1 vingt tième de centimètre cube à deux crabes de 25 ou 30 grammes, et à un *Portunus puber* (9 heures 50 du matin). Ce dernier ne présente pas de contracture, et semble paralysé, il meurt rapidement. Les deux *Carcinus* présentent de la contracture au bout de plusieurs minutes, mais elle dure peu; à 3 heures de l'après-midi, ils sont parfaitement bien.

Exp. IX. *1er octobre 1888.* — Trois crabes pesant 32, 34 et 37 grammes. Injection de 2 vingtièmes de centimètre cube du mélange de 1 vingtième de picrotoxine avec 19 vingtièmes d'eau fraîche. En deux ou trois minutes, contracture. Chez l'un deux, elle survient d'une façon particulière, à la suite de deux spasmes généralisés. Elle est nette chez tous trois, mais peu violente; elle dure encore une demi-heure plus tard; le lendemain matin tous sont bien, sauf un seul qui est mort.

Exp. X. *3 octobre 1888.* — A sept crabes de 7, 8, 10, 11, 12, 13 et 13 grammes, j'injecte 1 vingtième de centimètre cube du mélange ayant servi dans l'expérience précédente. Tous sont pris de contracture en 2 ou 3 minutes, et deviennent immobiles; rien aux mâchoires. Deux heures et demie plus tard la contracture a diminué, mais les animaux restent immobiles. La plupart sont vivants le lendemain matin.

Exp. XI. *3 octobre 1888.* — Dix crabes de 16, 20, 20, 23, 23, 25, 25, 25, 26 et 35 grammes. A chacun 1 vingtième de centimètre cube du mélange (1 vingtième de picrotoxine et 19 vingtièmes d'eau pure). Contracture chez tous survenant en un temps qui varie de 2 à 6 ou 7 minutes, mais très nette. Chez quelques-uns, elle n'exclut pas quelques petits mouvements lents et incoordonnés, ce qui n'existe jamais pour les doses fortes des premières expériences. Le surlendemain, il en reste 6 de vivants, très bien portants.

Exp. XII. *31 décembre 1888.* — 3 heures 47. Deux crabes vigoureux de 65 à 70 grammes. Injection de 1 vingtième de centimètre cube de la solution saturée de picrotoxine. En moins d'une minute, contracture intense des pattes en flexion. J'essaye d'étendre deux pattes et une des pinces : impossible; elles se brisent à leur insertion sur la carapace. Immobilité absolue; aucun mouvement des mâchoires. L'une des pinces s'est trouvée prise dans l'autre, et a été broyée par cette dernière.

4 heures 7. Contracture diminuée ; on peut écarter les pattes, et les étendre sans les briser, mais elles reprennent aussitôt leur position. Aucune motilité spontanée, ni provoquée.

4 heures 20. Légers mouvements des pattes quand on touche l'animal. Aucune motilité spontanée. Celle-ci reparaît vers 4 heures 30. La contracture existe encore à 5 heures 10, mais fort affaiblie. L'animal est trouvé mort le 2 janvier.

Exp. XIII. *4 janvier 1889.* — 2 heures 32. Injection de 1 vingtième de centimètre cube de la solution saturée de picrotoxine à un *Carcinus* de 55 grammes. Dans cette expérience, la contracture, très nette d'ailleurs, a disparu au bout de 2 ou 3 heures, et la motilité spontanée est revenue.

Les effets de la picrotoxine sont très caractéristiques; même à des doses très faibles (le vingtième d'un vingtième de centimètre cube d'une solution saturée!) elle détermine une action que ne provoquent ni la strychnine ni la brucine, c'est-à-dire une contracture intense et prolongée (la force et la durée varient selon la dose) qui

affecte tous les appendices locomoteurs. Par contre, elle ne détermine ni la paralysie motrice de la strychnine, ni l'agitation des mâchoires que provoque la brucine. Il y a bien immobilité, comme dans le cas d'empoisonnement par ces deux substances, mais elle est de cause toute différente. Enfin, la picrotoxine est plus toxique, plus mortelle que la strychnine et la brucine.

En résumé, les trois convulsivants étudiés agissent d'une façon marquée sur le crabe, mais les symptômes provoqués diffèrent beaucoup.

La brucine, que l'on considère généralement comme un succédané très faible de la strychnine, ne détermine, à la dose de 1, 2 ou 3 milligrammes, aucune action convulsivante : il y a plutôt une certaine parésie, mais les mâchoires externes présentent une agitation particulière, très prolongée. La strychnine, à des doses variant de 1 à 5 milligrammes, détermine parfois quelques symptômes d'excito-motricité, mais les mouvements spasmodiques observés sont rares et très fugitifs; ils se présentent peu de temps après l'empoisonnement et disparaissent très vite pour faire place à un état de parésie, d'immobilité, très remarquable, état dans lequel l'animal réagit très peu, et très faiblement — quand il n'a point entièrement cessé de réagir — aux excitations qui d'habitude stimulent son activité. L'agitation des mâchoires est occasionnelle, et non constante comme dans l'empoisonnement par la brucine, et l'animal résiste à des doses fortes. Enfin, la picrotoxine, même à doses extrêmement faibles, détermine un résultat tout différent de ceux qui précèdent : elle provoque en effet une rapide et violente contracture généralisée des appendices locomoteurs; cette contracture est généralement de durée proportionnelle à la dose, et atteint souvent une intensité suffisante pour déterminer des fractures des membres. En outre, la picrotoxine est certainement beaucoup plus toxique que les deux autres substances, car elle tue à des doses très faibles, parfois même au dixième de milligramme.

CONSIDÉRATIONS

SUR LES

DEUX DENTITIONS DES MAMMIFÈRES[1]

Par Fernand LATASTE.

I. — INTRODUCTION.

Il y a environ vingt ans, un auteur anglais, qui a acquis par ses travaux zootomiques une haute situation dans la science contemporaine, W. H. FLOWER, établissait que, chez les Marsupiaux, une seule dent, la dernière prémolaire, est diphysaire [2]; et, dans les dernières pages [3] du beau mémoire consacré à cette découverte, comparant l'une à l'autre les deux dentitions des Mammifères, il soutenait que *la dentition permanente est la dentition primitive* de ces animaux, et que *la dentition de lait n'a été qu'ultérieurement et secondairement acquise* par eux.

Malgré la juste autorité attachée au nom de FLOWER, cette thèse parut longtemps paradoxale et ne convainquit pas les zoologistes; mais, tout récemment, elle a été reprise et défendue, dans un mémoire [4] consacré aussi à l'odontologie des Marsupiaux et accompagné de considérations générales sur la descendance des Mammifères, par un autre auteur anglais, OLDFIELD THOMAS, dont l'opinion

1. Janvier 1888.

2. J'ai créé (*Étude de la dent canine*, dans *Zool. Anzeiger*, 1887, p. 268) les mots de *monophysaires* et *diphysaires* pour désigner respectivement les dents qui ne se présentent qu'une fois et celles qui se renouvellent dans le cours du développement d'un Mammifère, que ces dents soient, d'ailleurs, considérées soit indépendamment, soit dans l'une ou l'autre des deux dentitions.

3. *On the development and succession of the teeth in the Marsupialia*, dans *Philos. Transact.*, 1867, p. 639 et suiv.

4. *On the homologie and succession of the teeth in the Dasyuridae, with an attempt to trace the history of the evolution of mammalian teeth in general*, dans *Philos. Transact.*, 1887, p. 451 et suiv.

reçoit un certain poids des excellents travaux qu'il a publiés sur la zootaxie de cette classe de Vertébrés et des riches matériaux dont l'étude et le classement lui sont confiés au Musée britannique.

Ainsi, sur la question de savoir *laquelle des deux dentitions des Mammifères est la dentition primitive*, les zoologistes sont partagés : d'un côté, l'immense majorité admet, quoique d'une façon surtout implicite, que c'est la dentition de lait; mais, d'autre part, deux auteurs pouvant faire autorité soutiennent l'opinion inverse.

Or, mes propres observations et réflexions m'ont conduit à une conclusion qui s'écarte de l'une comme de l'autre de ces deux opinions, à savoir que, au point de vue transformiste, auquel se tiennent les deux auteurs anglais ainsi que la plupart des zoologistes contemporains, *il faudrait faire remonter l'une et l'autre dentition à l'origine même des Mammifères.*

L'analyse critique de la partie des mémoires de Flower qui se rapporte à cette question, celle de la partie correspondante du mémoire d'Oldfield Thomas, et la solution qui, au point de vue transformiste, me semblerait légitime formeront la première partie de ce travail.

Mais le point de vue transformiste n'est pas le mien. Je pense, avec Auguste Comte et son École, que la science a pour but la recherche des relations constantes, c'est-à-dire des lois, et non celle des origines, et aussi qu'elle doit s'interdire les hypothèses invérifiables. Je me hâterai donc, dès que j'aurai terminé la partie négative de cette étude, d'abandonner le terrain du débat, pour me placer sur le terrain purement scientifique et positif.

Dégagée de l'hypothèse transformiste, la question précédente : *Quelle est la dentition primitive des Mammifères?* se transforme en celle-ci : *Quelle est la dentition du Mammifère inférieur ou de transition?* laquelle est étroitement liée à cette autre plus générale : *Quelle est la dentition typique du Mammifère?* Dans la deuxième partie de ce travail, je rechercherai la solution de ces deux questions, en commençant par la seconde, et je compléterai cette étude par l'examen d'une troisième et dernière question : *N'y a-t-il à considérer que deux dentitions chez les Mammifères?*

Celle-ci peut, sans inconvénient, être ainsi rejetée à la fin, la seule réponse qu'elle comporte étant implicitement admise dans le cours du mémoire. D'ailleurs, les considérations qu'exige sa solution m'amèneront à formuler, pour l'une et l'autre dentition, des définitions qui formeront la conclusion naturelle de cette étude.

II. — Laquelle des deux dentitions des Mammifères serait, au point de vue transformiste, la dentition primitive?

1. Analyse critique du mémoire de FLOWER.

Avant d'aborder directement la question formulée ci-dessus, Flower entre dans quelques considérations préalables. Jusqu'à ce moment, dit-il, il a admis que l'unique prémolaire de lait des Marsupiaux représente, à elle seule, toute la dentition de lait des Mammifères diphyodontes typiques. On peut cependant, ajoute-t-il, soutenir aussi, en sens inverse, que toutes les dents des Marsupiaux, à l'exception de l'unique prémolaire de remplacement, correspondent non pas à la deuxième, comme on le croit généralement, mais à la première dentition, et appuyer cette manière de voir sur ce fait général « que l'état permanent des organes des animaux inférieurs représente souvent l'état fœtal ou transitoire des mêmes organes chez des animaux supérieurs ».

Avant d'aller plus loin, je me permettrai quelques réflexions. Un organe permanent, dans un groupe zoologique inférieur, est très souvent aussi permanent dans un groupe supérieur, témoin par exemple le bec, permanent chez les Oiseaux comme chez les Tortues, deux groupes certainement plus éloignés l'un de l'autre que les Mammifères placentaires des Marsupiaux; et, même, un organe ou un ensemble d'organes, transitoire dans un groupe inférieur, peut se montrer permanent dans un groupe supérieur, témoin par exemple l'appareil dentaire, transitoire chez des Mammifères relativement inférieurs tels que les Baleines, et permanent chez les Mammifères les plus élevés. Et peu importe, ici, l'explication transformiste du phénomène, puisque nous ignorons si les Marsupiaux dérivent des Placentaires, ou les Placentaires des Marsupiaux, ou même si l'un de ces groupes dérive directement de l'autre. D'ailleurs, si, du fait général invoqué ci-dessus, on pouvait légitimement déduire que les dents permanentes des Marsupiaux correspondent aux dents de lait des Placentaires, la conclusion devrait s'appliquer également à la dent de remplacement des premiers, ce qui serait évidemment absurde. Je ne vois donc, jusqu'ici, rien qui tende à nous défendre de considérer l'unique prémolaire de lait des Marsupiaux comme représentant seule toute la dentition de lait de ces animaux.

Si nous ne regardions, poursuit l'auteur, que l'époque du développement des différentes dents chez plusieurs des genres de Marsupiaux, nous pourrions certainement être disposés à placer la prémolaire de remplacement seule dans sa série.

Ici encore, j'ai quelques observations à présenter. Même chez les Diphyodontes les plus typiques, les diverses dents de remplacement apparaissent à des époques très diverses; et, d'ordinaire, c'est justement la dernière prémolaire qui se montre le plus en retard. Dans le genre *Procavia* Storr (*Hyrax* Hermann) par exemple [1], quand la quatrième prémolaire perma-

1. F. Lataste, *Sur le système dentaire du genre Daman*, dans *Ann. Mus. Genova*, s. 2, v. IV, 1886, p. 34.

nente vient occuper sa place dans la rangée, toutes les dents précédentes ont été renouvelées, la dent suivante a subi un commencement d'usure, et la deuxième vraie molaire a percé ou va percer la gencive; et, dans le sous-genre *Heterohyrax* Gray du même genre, le retard est encore plus considérable, puisque deux vraies molaires atteignent toute leur croissance avant le renouvellement des prémolaires. Je ne puis donc voir, dans l'époque tardive d'apparition de l'unique dent de remplacement des Marsupiaux, aucun motif de séparer cette dent de celles qui la précèdent et la suivent dans sa rangée, et la dent qui est remplacée peut encore rester, à mes yeux, l'unique représentant de la dentition de lait chez ces animaux. C'est, d'ailleurs, cette opinion, que l'auteur paraît finalement adopter; seulement, je dois faire des réserves sur les raisons qui le déterminent.

Il dit, par exemple, que les caractères morphologiques de la dent de remplacement, chez les Marsupiaux, s'accordent avec ceux que présentent les autres dents de sa rangée.

Or, à mon avis, les considérations morphologiques sont absolument indifférentes dans le problème actuel. Ainsi, chez le Cochon d'Inde, les deux prémolaires de remplacement sont exactement semblables aux vraies molaires, tandis que, chez le Cténodactyle [1], et ce cas paraît être le plus fréquent, c'est la prémolaire de lait, mais nullement la prémolaire de remplacement, qui a la forme des vraies molaires.

Chez le jeune Thylacine, dit encore l'auteur, la série ininterrompue des incisives, des canines, des prémolaires (y compris la dent diphysaire de remplacement) et des vraies molaires, tant de celles qui sont parvenues au degré de développement des dents antérieures que de celles qui s'ajouteront successivement à la suite des autres, forme un contraste tellement frappant avec les prémolaires de lait, exiguës et éphémères, qu'il lui paraît impossible de ne pas regarder toutes celles-là comme appartenant à une autre dentition que celle-ci.

D'autre part, il ne peut douter que les vraies molaires du Thylacine ne correspondent bien homologiquement aux vraies molaires du Chien, par exemple. Or les vraies molaires du Chien sont universellement regardées comme appartenant à la deuxième dentition. Les dents antérieures du Thylacine (incisives, canines et prémolaires) doivent donc être aussi rapportées à la deuxième dentition.

On pourrait prétendre, continue-t-il, que les vraies molaires des Diphyodontes, n'étant pas des dents de remplacement, devraient être rapportées à la dentition de lait; mais, vraiment, le fait de n'avoir pas de prédécesseurs temporaires ne saurait les placer dans la même catégorie que les prédécesseurs des autres dents; et leurs caractères morphologiques, aussi bien que leur persistance pendant la vie, les classe dans la deuxième dentition.

Je souscris, pour ma part, à cette conclusion, quoique pour des raisons différentes, ou tout au moins très différemment formulées, que je dévelop-

1. F. Lataste : *Sur le système dentaire du genre Cténodactyle* Gray, dans *le Naturaliste*, 1885, p. 21; et *Mammifères de Barbarie*, p. 154, dans *Actes Soc. linn. Bordeaux*, v. xxxix.

perai ailleurs. Mais je reviens à notre auteur, qui aborde enfin le problème indiqué dans le titre de ce chapitre.

Nous sommes, dit-il, depuis si longtemps accoutumés à regarder la seconde poussée de dents comme secondaire et dérivée de la première, qu'il semble presque paradoxal de considérer, au contraire, la dentition de lait comme surajoutée pour satisfaire à un besoin passager des Mammifères dont l'appareil dentaire s'est compliqué. Il faut remarquer, cependant, que les liens qui rattachent la dentition permanente à la dentition de lait ne sont pas, comme on l'a dit quelquefois, ceux de *fille à mère*; s'il faut ajouter foi à toutes les recherches récentes sur leur premier développement, les deux séries de dents évoluent côte à côte, tirant leur origine de parties distinctes de la lame dentaire primitive, et elles peuvent plus justement être comparées à deux sœurs jumelles, dont l'une, destinée à une activité fonctionnelle plus précoce, se développe plus rapidement, tandis que l'autre demeure presque stationnaire jusque vers l'époque où la première va lui céder la place.

Toutes les recherches embryologiques [1] confirment, en effet, ce fait, que les dents de remplacement ne dérivent pas des dents de lait; mais que les unes et les autres proviennent, avec une certaine indépendance réciproque, de la lame dentaire. Mais cela ne résout pas encore la question en litige. Poursuivons notre analyse.

Des faits nombreux, continue l'auteur, établissent que, chez les Diphyodontes, la dentition de lait est la moins constante et la moins importante des deux. Dans bien des cas, elle se montre rudimentaire et sans usage, ou tout au moins très imparfaitement développée. Faut-il rappeler la chute précoce des prémolaires de lait de quelques Rongeurs, du Cochon d'Inde par exemple, qui tombent avant la naissance? la forme simple et la durée éphémère des dents de lait des Chauves-Souris, des Insectivores et des Phoques? la petite taille des premières incisives des Dugongs et des Éléphants?

L'argument, je dois le dire, ne me paraît pas convaincant; bien au contraire, si je me place sur le terrain transformiste, qui est évidemment celui de l'auteur, je vois, dans ces nombreux et frappants exemples de dents de lait rudimentaires, la preuve de la haute antiquité de cette dentition. Loin d'être encore à ses débuts, comme le suppose l'auteur, cette dentition a depuis longtemps dépassé son maximum, et, dans plusieurs groupes zoologiques, elle est en train de disparaître; dans certains cas, de même que les branchies des Batraciens, de même que les dents des Cétacés, on ne la retrouve plus que chez l'embryon!

En sens inverse, poursuit l'auteur, des cas d'une deuxième dentition à ses débuts et en quelque sorte simplement ébauchée, à la suite d'une dentition de lait bien formée, régulière et susceptible de fonctionner, se rencontrent bien rarement, s'il s'en trouve. Il existe quelques exemples de caducité précoce, peut-être d'absence de dents de remplacement; mais il

1. Voir notamment Pouchet et Chabry, *Contribution à l'odontologie des Mammifères*, dans *Journ. Anat. et Physiol.*, 1884, p. 187.

s'agit là plutôt d'organes devenus inutiles qui disparaissent, que d'organes en voie de formation, et cela s'observe surtout chez des membres isolés et profondément modifiés de groupes zoologiques dont les autres membres ne montrent rien de semblable, chez l'Aye-Aye parmi les Lémuriens, chez le Morse parmi les Pinnipèdes, et (en ce qui concerne les prémolaires) chez les Éléphants contemporains parmi les Proboscidiens. Il n'y a là rien de comparable aux cas, cités plus haut, d'état rudimentaire de toute une dentition de lait.

A ces exemples de dents relativement peu développées et précocement caduques à la suite de dents de lait normales, je puis ajouter la prémolaire des Cténodactyles [1]. Mais, à mon sens et en demeurant toujours au point de vue transformiste, si l'auteur établit suffisamment, ce que d'ailleurs personne ne conteste, que la deuxième dentition n'est pas à notre époque en voie de formation, mais qu'elle a depuis longtemps atteint la plénitude de son développement chez les Mammifères, je ne découvre rien, dans son argumentation, qui prouve ou tende à prouver que cette dentition soit la dentition ancestrale, et l'autre une acquisition ultérieure et secondaire de cette classe de Vertébrés. Au contraire, de ce que, dans la dernière dentition, les exemples de dents rudimentaires ou avortées sont infiniment plus rares que dans la première, je conclurais de préférence que celle-ci est la plus ancienne et celle-là la plus récente. Mais je donnerai, plus exactement et avec plus de détails, mon opinion à la fin de ce chapitre.

L'auteur termine son mémoire en escomptant, au profit de sa thèse, la possibilité de la future découverte de rudiments microscopiques d'autres dents de lait chez les Marsupiaux. De telles découvertes ne me paraissent, en effet, nullement invraisemblables [2], et elles confirmeraient le classement, que personne ne conteste, je crois, des dents antérieures des Marsupiaux dans la deuxième dentition; mais elles n'auraient évidemment aucune portée dans la question qui nous préoccupe.

En résumé : 1° Flower pense, et je pense avec lui, que toutes les dents des Marsupiaux, à l'exception de l'unique prémolaire de lait, correspondent à la deuxième dentition des Mammifères diphyodontes;

2° Flower soutient que la dentition ancestrale ou primordiale des Mammifères est la deuxième, et que la dentition de lait n'est qu'une formation secondaire; mais, à mon sens, loin d'établir cette opinion, il fournit des arguments contre elle.

2. Analyse du mémoire d'OLDFIELD THOMAS.

Pour cet auteur comme pour le précédent, la dentition primitive est la deuxième; à celle-ci, la dentition de lait a été ultérieurement surajoutée. Il lui paraît impossible, dit-il, de dégager les homologies dentaires en adoptant, comme point de départ, l'opinion inverse.

1. F. Lataste, *Mammifères de Barbarie*, 1885, sp. 69, 4e et 5e phases, p. 155.

2. Surtout depuis que Pouchet et Chabry ont découvert les rudiments des dents de lait des grandes incisives, supérieures et inférieures, du Lapin. (*Contribution à l'odontologie des Mammifères*, dans *Journ. Anat. et Physiol.*, 1884, p. 166.)

Une pure affirmation, comme celle-là, n'est évidemment pas susceptible de discussion ; mais on peut lui opposer les travaux d'Owen et des quelques autres odontologistes, qui, tous, à l'exception de Flower et d'Oldfield Thomas, étaient placés au point de vue ainsi absolument condamné par ce dernier, et qui n'en ont pas moins créé, développé et presque terminé le chapitre des homologies dentaires.

Si l'opinion qui regarde la dentition permanente comme dérivant de celle de lait a prévalu, continue l'auteur, cela est dû surtout à l'apparence trompeuse présentée par les premières phases du développement des dents : le germe de la dent de remplacement paraissant provenir, par bourgeonnement, du germe de la dent de lait, on a, naturellement, regardé celui-ci comme une formation primordiale, et l'autre, comme une formation secondaire; mais, alors même que les choses se passeraient ainsi, et le fait est énergiquement contesté par Baume[1], il ne voit pas pourquoi l'on n'admettrait pas que l'organe secondaire, dont la raison d'être est justement sa précocité, pût se développer avec une rapidité telle, qu'il parût donner naissance à l'organe primordial, dont au contraire il proviendrait.

L'auteur fait là une hypothèse bien inutile. Le germe de la dent de remplacement ne provient ni ne paraît provenir du germe de la dent de lait ; mais la réciproque est également vraie; et l'odontogénie ne fournit, ici, aucun argument dans un sens ou dans l'autre. L'auteur prévoit une autre objection, à laquelle, pour ma part, je n'attache aucune importance ; il n'y répond, d'ailleurs, que par une nouvelle hypothèse.

On pourrait, dit-il, opposer à la thèse qu'il soutient les quelques exemples de dents de lait qui, comme les prémolaires antérieures des Proboscidiens et d'un petit nombre de Périssodactyles (Rhinocéros), persistent pendant la vie et ne sont pas ou ne sont que rarement remplacées par des dents de seconde dentition ; mais, d'après lui, ces dents ont parcouru le cycle complet d'évolution dentaire : à l'origine, la dent permanente était seule ; ultérieurement, la dent de lait lui a été surajoutée, et, finalement, la dent permanente a disparu, cédant complètement la place à la dent de lait ! Et il se lance encore dans une nouvelle hypothèse.

Pour qu'une dent de lait, dit-il, puisse se développer sous une dent monophysaire, celle-ci devra d'abord éprouver, dans son développement, un retard analogue à celui que montre l'unique dent de remplacement des Marsupiaux, de sorte que le passage d'une dent de l'état monophysaire à l'état diphysaire se décomposera en deux temps : dans une première phase, la dent monophysaire subira un retard, qui la préservera d'une usure précoce ; et, dans une seconde phase, la dent de lait, plus petite que la dent monophysaire correspondante, viendra combler le vide laissé par l'absence provisoire de celle-ci. Or, on observe, chez les Marsupiaux, des dents parvenues à chacune de ces deux phases : la dernière prémolaire a atteint la seconde, tandis que la première incisive, dont le développement se montre sensiblement en retard sur celui des dents voisines, n'en est encore qu'à la première.

Une telle construction est, sans doute, ingénieuse; mais elle manque de

1. *Odont. Forsch. : Versuch einer Entwick. des Gebisses*, 1882 . 75.

base. Il y a plus. Non seulement l'époque tardive d'apparition de la première paire d'incisives, chez les Marsupiaux, ne prête aucun appui à la thèse avancée par l'auteur; mais elle fournit, au contraire, un argument contre cette thèse. Les premières incisives, monophysaires, des Marsupiaux se comportent, en effet, sous ce rapport, exactement comme les premières incisives de remplacement de certains Mammifères placentaires, du Daman par exemple, ce qui peut donner quelque vraisemblance à la supposition que celles-là, comme celle-ci, sont des dents de remplacement, et que, dans le premier cas, la dentition de lait, loin d'être en préparation, est avortée. Chez le Daman, en effet, à la mâchoire inférieure, la première incisive de remplacement est retardée, mais nullement la dent correspondante de lait [1].

En terminant son mémoire, l'auteur dresse un inventaire des, possibles ou probables, découvertes futures qui seraient, à ses yeux, susceptibles d'étayer ou d'infirmer sa manière de voir.

1. Il regarde comme favorable la découverte, chez une espèce contemporaine de Marsupial, d'une nouvelle dent de lait rudimentaire, et surtout d'une première incisive de lait.

Mais, à mon sens, un nouvel exemple de dent de lait rudimentaire, qu'il se rencontre chez les Marsupiaux ou chez les Placentaires, ne ferait pas avancer la question d'un pas.

2. Une découverte analogue, chez un vrai Marsupial fossile, pourrait être, dit l'auteur, fatale à sa conception; car elle tendrait à établir que, chez ces animaux, la dentition de lait est en voie de disparition et non de développement. Cependant, il faudrait être bien sûr qu'on a affaire, dans ce cas, aux véritables ancêtres de nos Marsupiaux actuels, et non à un groupe isolé, qui, après avoir dépassé dans son évolution le point qu'atteignent aujourd'hui les autres groupes, aurait disparu sans laisser de descendants!

3. La découverte de Mammifères placentaires fossiles, dont les dentitions de lait seraient intermédiaires à celles des Placentaires et des Marsupiaux actuels, appuyerait solidement sa manière de voir.

C'est, du moins, ce que pense l'auteur. Quant à moi, je vois bien que de semblables découvertes, d'ailleurs très vraisemblables, resserreraient les liens qui unissent les Marsupiaux aux Placentaires; mais je me demande quelle lumière elles pourraient apporter dans la question. En considérant ces liens, suivant l'hypothèse transformiste, comme des liens de parenté objective, nous ignorerions encore de quel côté seraient les ancêtres, de quel côté les descendants, et, par conséquent, chez lesquels, des Marsupiaux ou des Placentaires, la dentition de lait aurait fait sa première apparition.

4. La découverte, chez un Marsupial fossile, d'une dent de remplacement rudimentaire correspondante à une dent monophysaire chez les Marsupiaux actuels serait, dit l'auteur, fatale à sa conception. Cependant, il faudrait s'assurer que l'on a bien affaire, dans ce cas, à un véritable Marsupial, et non à un Placentaire ayant retenu quelques-uns des caractères de ses ancêtres Marsupiaux!

1. F. Lataste, *Sur le système dentaire du genre Daman*, dans *Ann. Mus. Genova*, s. 2, v. IV, 1886, p. 26.

Une semblable découverte, qu'elle fût faite, d'ailleurs, sur un Marsupial vivant ou fossile, serait également fatale à la théorie qui est implicitement acceptée par la plupart de zoologistes et que j'essaye d'établir ici ; car elle nous obligerait de rapporter à la première dentition, et non à la deuxième, les dents monophysaires antérieures des Marsupiaux. Mais, justement parce qu'elle serait en désaccord avec la théorie qui répond le mieux, à mon sens, à l'ensemble des faits connus, une telle découverte me paraît très improbable; et dans tous les cas, il y a lieu d'attendre, pour en tirer parti, qu'elle se soit produite.

En somme, dans le mémoire d'Oldfield Thomas, nous trouvons des hypothèses ingénieusement construites ; mais, pas plus que dans celui de Flower, nous ne découvrons un fait ou un argument susceptible d'infirmer l'opinion courante ou d'étayer l'opinion inverse.

3. Les origines de l'une comme de l'autre dentition remonteraient à l'origine même de la classe des Mammifères.

Au contraire, au point de vue transformiste, auquel sont placés les deux auteurs dont je viens d'analyser les mémoires, ainsi d'ailleurs que la plupart des zoologistes contemporains, deux raisons paraîtraient plaider énergiquement en faveur de l'opinion générale [1], qui considère comme primitive la dentition de lait et comme secondaire la dentition permanente. Ces deux raisons seraient :

1° Les époques relatives d'apparition des deux dentitions. — Les diverses phases du développement ontogénique reproduisant, sauf exceptions, dans le même ordre de succession, les diverses phases du développement phylogénique, il serait légitime de supposer que la dentition permanente, qui apparaît la dernière chez l'individu, a, également, surgi en dernier lieu chez les Mammifères.

2° Les nombreux exemples de dentition de lait rudimentaire et sans usage. — Il est élémentaire, dans l'hypothèse transformiste, de considérer les organes rudimentaires et sans usage comme les derniers vestiges d'organes qui, à une époque en général d'autant plus éloignée que ces vestiges sont plus réduits, étaient pleinement développés et fonctionnaient utilement; il paraîtrait donc convenable de regarder comme primitive celle des deux dentitions qui se présente, le plus souvent et le plus complètement, à l'état rudimentaire.

Mais si, entre l'opinion de Flower et d'Oldfield Thomas et celle de

1. Carl Vogt, *les Mammifères*, 1884, p. XIII, s'exprime ainsi à ce sujet : « On a dit avec raison que la dentition de lait représentait le trésor héréditaire de la famille, tandis que la dentition définitive constituait les acquisitions ultérieures. »

la grande majorité des zoologistes, les considérations qui précèdent feraient lourdement pencher la balance en faveur de la dernière, elles laissent la place absolument libre à une troisième hypothèse, à savoir, que les Mammifères ont présenté, dès l'origine, les deux dentitions. En effet, quelle que puisse être l'ancienneté relative de celles-ci, qu'elles aient apparu successivement ou simultanément dans le cours des âges :

1° Il est de leur essence même de se succéder l'une à l'autre chez l'individu. Leur succession ontogénique ne saurait donc exclure l'hypothèse de leur simultanéité phylogénique.

2° Si l'une des deux tend à disparaître, en totalité ou en partie, il est naturel que cette tendance soit manifestée de préférence par la moins utile et la plus éphémère, c'est-à-dire par la dentition de lait.

J'ajouterai que les cas dans lesquels un seul des deux termes d'une dent diphysaire s'atrophie et disparaît sont relativement rares et en quelque sorte négligeables, par rapport à ceux dans lesquels les deux termes de la dent s'atrophient ou disparaissent à la fois. Il n'est, pour ainsi dire, pas de groupe de Mammifères qui ne présente, dans la série de ses genres, des exemples de réduction ou de disparition simultanée des deux termes d'une dent. Je me contenterai de citer, comme très réduites, les premières prémolaires, de lait et permanentes, des Chats, des Blaireaux, etc., et, comme totalement disparues, les premières prémolaires du Pécari, les deux premières prémolaires du Babirousse, etc., etc.

En somme, la considération des dents et des dentitions rudimentaires des Mammifères tend à prouver que les deux dentitions de cette classe d'animaux ont une très haute, mais ne démontre pas qu'elles aient une inégale antiquité.

Comme on le voit, les faits, interprétés selon la doctrine transformiste, invalident l'opinion de Flower et d'Oldfield Thomas ; mais ils ne fournissent aucun appui à celle, diamétralement inverse, que défendent ou qu'admettent la plupart des zoologistes ; et, d'autre part, ils n'apportent aucun argument contre celle, différente des deux premières, que j'ai énoncée plus haut. Voici, d'ailleurs, deux sortes de considérations qui me semblent décisives en faveur de celle-ci :

1° La double dentition coexiste, non seulement dans l'immense majorité des Mammifères, mais, fait plus important ici, aux deux

extrémités de leur série : en haut, où elle est de règle, et tout en bas, où on la retrouve au moins chez les Tatous [1]. D'autre part, l'exception, relativement infime, présentée par les Mammifères complètement monophyodontes, affecte des termes très différents de la série : une partie des Edentés, les Cétacés, un genre de Sirénien (les Lamantins), quelques Marsupiaux et un certain nombre de Rongeurs ; et, si l'on veut prendre en considération tous les Mammifères qui, sans être encore monophyodontes, manifestent une tendance évidente à le devenir, il faut ajouter à cette énumération les Pinnipèdes, le genre Dugong parmi les Siréniens, le restant des Marsupiaux, le plus grand nombre des Rongeurs, les Insectivores et les Chiroptères. Dès lors, pour faire dériver les diphyodontes des monophyodontes, il faudrait supposer à la classe des Mammifères plusieurs souches distinctes dont les descendants auraient convergé par la suite, ce qui serait aussi compliqué que contraire à l'esprit de la doctrine transformiste. En sens inverse, rien de plus simple que de faire dériver les divers types de Mammifères monophyodontes d'un type diphyodonte unique, soit par la disparition progressive et simultanée de toute la dentition de lait (cette dentition se montrant en voie de disparition chez les Chiroptères, les Insectivores, les Pinnipèdes et les Dugongs, et ayant totalement disparu chez les Cétacés [2] et les Lamantins), soit par le passage d'une partie des dents diphysaires à l'état monophysaire (cette transformation étant accomplie dans le cas des incisives des Rongeurs simplicidentés, dans celui des incisives, de la canine et des prémolaires antérieures des Marsupiaux, et dans ceux de la première prémolaire du Chien, du Phoque, du Cochon, de l'Hippopotame, du Cheval et du Rhinocéros [3], de la canine des Damans [4], etc., et paraissant en

1. P. GERVAIS, *les Mammifères*, t. II, 1855, p. 252, avec fig., p. 254. — La double dentition du Tatou a été observée aussi par RAPP (*Monogr. of the Edent.*, 2e éd., 1852, p. 69), par KRAUSS (*Arch. für Naturg.*, 1862, p. 19) et par FLOWER. (*Proceed. zool. Soc. Lond.*, 1869, p. 378 ; et *Journ. Anat. and Physiol.*, t. III, 1869, p. 262.)

2. D'ailleurs, des zoologistes éminents croient pouvoir rattacher les Cétacés aux Pinnipèdes. Les Cétacés, dit HUXLEY, sont représentés à l'état fossile « par le Zeuglodon, le Squalodon et d'autres larges Cétacés de l'époque tertiaire. Ces remarquables formes fossiles relient les Cétacés aux Carnivores aquatiques ». (HUXLEY, *Élém. d'Anat. comp.*, trad. par Mme BRUNET, 1875, p. 423.)

3. Voir F. LATASTE, *Des dents exceptionnellement monophysaires chez les Mammifères diphyodontes*, dans *Compt. rend. Soc. Biol.*, 14 janvier 1888, p. 37 ; et *La première prémolaire du Chien est-elle monophysaire ou diphysaire?* dans *le Naturaliste*, 15 janv. 1888, p. 20.

4. L'existence de cette dent paraît constante chez le jeune, tandis qu'elle est très rare

train de s'accomplir dans le cas des incisives des Rongeurs duplicidentés [1], dans celui de la troisième prémolaire des Marsupiaux et dans celui des prémolaires du Cochon d'Inde), joint à l'élimination complète des autres dents diphysaires (comme les genres *Mus*, *Microtus* [*Arvicola*], etc., parmi les Rongeurs, et les genres *Dasyurus* et *Sarcophilus*, parmi les Marsupiaux [2], nous en fournissent des exemples).

2° C'est, évidemment, parmi les Vertébrés inférieurs, et, le plus vraisemblablement, parmi les Reptiles, qu'il faut chercher les ancêtres des Mammifères. Or, les exemples de dentitions successives multiples sont peut-être plus nombreux que les exemples de dentition unique, chez les Reptiles, et ces exemples sont fréquents encore chez les Batraciens et chez les Poissons. N'est-il pas plus satisfaisant de faire dériver la dentition diphysaire des Mammifères de la dentition polyphysaire, si répandue dans les classes inférieures des Vertébrés [3], que de la considérer comme une néoformation?

chez l'adulte (voir F. Lataste, *Sur le système dentaire du genre Daman*, dans *Ann. Mus. civ. Genova*, s. 2, v. IV, 1886, p. 28. — Depuis cette publication, j'ai vu la canine aussi chez le jeune de l'espèce *Hyrax Bocagei* Gray). Or, jamais je n'ai surpris cette dent en voie de remplacement, et je suis porté à croire, aujourd'hui, qu'elle est monophysaire, apparaissant avec les dents de lait et prolongeant parfois son existence à travers l'âge adulte.

1. Toutes les dents antérieures, y compris les incisives, du Lapin sont représentées dans la dentition de lait; seulement, les représentants dans cette dentition des grandes incisives supérieures et inférieures n'existent qu'à l'état fœtal et demeurent microscopiques. Chez le Rat au contraire, il n'existe aucune trace d'incisives de lait. (Voir Pouchet et Chabry, *Contrib. à l'odontologie des Mammifères*, dans *Journ. Anat. et Physiol.*, 1884, p. 166 et 171.) D'ailleurs, entre les Rongeurs duplicidentés, qui sont presque aussi parfaitement diphyodontes que les Ongulés, et les simplicidentés totalement dépourvus de prémolaires, qui sont absolument monophyodontes, on observe toutes les transitions.

2. Si, du moins, comme le soutient Oldfield Thomas (*On the homologies and succession of the teeth in the Dasyuridae*, dans *Phil. Trans.*, v. 178, 1887, p. 443), l'absence totale des dents de première dentition, chez ces Marsupiaux, tient réellement à la disparition de leur troisième prémolaire, et non au passage de cette dent de l'état diphysaire à l'état monophysaire. Les matériaux me manquent pour apprécier convenablement les raisons alléguées par Oldfield Thomas et me faire une opinion personnelle à cet égard.

3. Pouchet et Chabry paraissent avoir admis, quoique d'une façon peu explicite, cette manière de voir : « Chez les Mammifères, disent-ils, les dents forment deux rangées horizontales (diphyodontes) ou même une seule (monophyodontes); chez les Sélaciens, les rangées horizontales sont en nombre indéfini; on peut appeler ces animaux polyphyodontes. *La véritable signification morphologique des deux dentitions des Mammifères serait ainsi donnée par leur rapprochement avec les dentitions en nombre indéfini des Sélaciens.* »

En somme, peu de questions d'origine, en zoologie, me sembleraient moins obscures que celle-ci. Les Mammifères primitifs auraient été diphyodontes; les Mammifères monophyodontes et les diphyodontes imparfaits appartiendraient à des branches récurrentes, et auraient eu pour ancêtres des diphyodontes plus parfaits sous ce rapport.

Mais abandonnons le terrain mouvant de l'hypothèse, pour nous placer et nous maintenir désormais sur le terrain solide de la science positive.

III. — Considérations positives sur les deux dentitions des Mammifères.

1. Quelle est la dentition typique du Mammifère ?

La corrélation qui existe généralement entre les degrés ascendants de l'échelle zoologique et les phases successives du développement de l'individu est un fait d'observation, indépendant de son interprétation transformiste. D'après cette considération, le problème transformiste de la recherche de l'ancêtre qui aurait possédé le premier les caractères présentés, à telle ou telle phase de leur développement individuel, par les membres d'un groupe zoologique, équivaut, au point de vue positif, à la recherche du degré de l'échelle zoologique auquel apparaissent, pour la première fois, ces caractères; et, de même, la recherche transformiste des caractères qu'auraient présentés, d'après les diverses phases du développement individuel de ses membres, les premiers ancêtres, connus ou ignorés, d'un groupe zoologique, correspond, au point de vue positif, à la recherche des caractères présentés par les degrés inférieurs, réels ou fictifs, de ce groupe. En d'autres termes et d'une façon générale, pour passer, dans de telles recherches, du point de vue transformiste au point de vue positif, il suffit de remplacer la considération des ancêtres, dont la détermination objective nous est d'autant plus inaccessible qu'ils sont plus éloignés, par la considération des termes de la série zoologique qui correspondraient à ces ancêtres. Il est, d'ailleurs, évident que, dans cette transposition de la question, les arguments basés sur la corrélation des développements ontogénique et phylogénique, et par suite la solution, si elle dépend de ces arguments, subiront un déplacement exactement parallèle à celui des termes du problème.

Ainsi dégagée de l'hypothèse transformiste, la question que nous venons d'étudier, à savoir : quelle a été la dentition primitive des Mammifères? se transforme en celle-ci : quelle est la dentition du Mammifère inférieur ou de transition? Et sa solution reste la même : c'est la dentition diphyodonte.

Mais, posée de la sorte, la question se montre étroitement liée à une autre, plus importante et plus générale, à savoir : quelle est la dentition typique du Mammifère? C'est celle-ci qu'il convient d'examiner d'abord. Sa solution, d'ailleurs, ne me semble pas douteuse.

Le Mammifère typique est diphyodonte. — Les considérations qui me paraissent justifier et exiger une telle conception sont les suivantes :

1° L'immense majorité des Mammifères présente ce type de dentition. Si l'on voulait regarder comme typique la dentition monophyodonte, il faudrait concevoir presque tous les Mammifères comme aberrants, et quelques-uns seulement comme normaux, ce qui serait absurde.

2° Il est toujours plus facile de descendre du type le plus complexe au point de vue numérique au type simplifié, que de remonter en sens inverse. C'est ainsi, par exemple, que la vertèbre typique est conçue comme composée d'un nombre de pièces suffisant, pour que toute vertèbre réelle puisse être ramenée à ce type uniquement par des suppressions de pièces et des modifications de forme des pièces subsistantes. Seule, la complexité trop grande du type ainsi obtenu pourrait lui faire perdre ses avantages et faire rejeter le procédé; mais tel n'est évidemment pas ici le cas. D'ailleurs, comme nous l'avons vu (p. 212), dans des cas très nombreux, bien plus nombreux que l'exception absolue, des formes intermédiaires relient les monophyodontes aux diphyodontes et permettent de faire dériver les premiers du type diphyodonte.

3° La variété des formes monophyodontes et des formes intermédiaires ainsi que leur situation à des niveaux très différents de l'échelle nous obligent à concevoir le type monophyodonte comme multiple, tandis qu'elles n'intéressent nullement l'unité du type diphyodonte. Or, le but essentiel de la science étant de rechercher l'unité dans la variété, il est aussi scientifique de ramener les monophyodontes à un type diphyodonte unique, qu'il serait antiscientifique de disperser les diphyodontes autour de plusieurs types monophyodontes.

Il y a lieu, d'ailleurs, de préciser le sens de l'expression diphyodonte. Tous les Mammifères diphyodontes, sans exception, présentant, à chaque branche de l'une et de l'autre mâchoire, une série postérieure de dents constamment monophysaires [1], il n'y a aucune raison d'éliminer ces dents de la conception du mammifère typique. Celui-ci présentera donc des dents antérieures, diphysaires, et des dents postérieures, monophysaires.

D'autre part, les dents diphysaires des Mammifères étant décomposables en trois catégories distinctes [2], le Mammifère typique devra présenter aussi ces trois catégories; il aura donc des incisives, des canines et des prémolaires, toutes diphysaires, et des vraies molaires, toutes monophysaires, de telle sorte que chaque cas particulier effectif, présenté par un Mammifère, pourra être conçu comme dérivant du cas typique par la simple suppression d'une ou de plusieurs catégories de dents.

On peut pousser la précision, dans la conception du Mammifère typique, jusqu'à déterminer le nombre de ses dents de chaque catégorie.

Il importe, cependant, de reconnaître qu'un tel problème ne saurait être, dans tous les cas, susceptible d'une solution à la fois précise et exclusivement rationnelle, quoique la part d'empirisme qu'il comporte nécessairement puisse être ramenée à des limites assez étroites, et demeurer très certainement inférieure à celle que nous rencontrons dans la plupart des questions de l'ordre biologique, et notamment dans la délimitation des groupes zoologiques, espèces, genres, familles, etc. En effet, les deux nécessités subjectives que doit respecter au point de vue numérique la création d'un type zoologique quelconque, et que nous avons eu déjà l'occasion d'invoquer, nous imposent d'adopter, comme nombre typique des dents de chaque catégorie, d'une part, un nombre tel que les nombres effectivement observés lui soient égaux ou n'en diffèrent que par la suppression d'une ou plusieurs unités, et, d'autre part, un nombre

1. Il y aurait lieu de rechercher si cette série postérieure de dents monophysaires ne se retrouve pas parfois chez les Vertébrés polyphyodontes et notamment chez les Reptiles. Il importe, d'ailleurs, de remarquer que, chez les Mammifères inférieurs, cette série est très restreinte. Chez le Cachicame (P. Gervais, *Mamm.*, t. II, p. 254. fig.), en haut comme en bas, elle ne comprend qu'une seule dent; et, chez les Cétacés, à la mâchoire inférieure (F. Lataste, dans *Soc. Biol.*, 9 juin 1888, p. 540, note 1), la presque totalité des dents semble composée de prémolaires.

2. Voir F. Lataste, *Étude de la dent canine*, dans *Zool. Anzeiger*, 1887, p. 265.

simple, c'est-à-dire relativement. Or, ces deux conditions peuvent se trouver contradictoires, le nombre maximum effectivement observé dans chaque catégorie étant le plus petit de ceux qui satisfont pleinement à la première et pouvant néanmoins, quand il est exclusivement fourni par des groupes peu nombreux et très exceptionnels, paraître trop élevé pour satisfaire également à la seconde. Que faire en pareil cas? sinon établir une sorte de compromis entre les deux conditions divergentes, et choisir le nombre qui semblera le moins en désaccord avec elles. Et c'est là, dans l'établissement de ce compromis et dans ce choix, qu'interviendra le coefficient personnel de l'observateur. D'ailleurs, l'introduction de ce coefficient, aussi inévitable ici que dans bien d'autres cas, ne présentera aucun inconvénient pratique ; car nous pourrons toujours aisément dégager sa part d'influence dans le résultat.

Après ces explications, nous pouvons aborder le problème. Pour plus de facilité, ne considérons qu'un côté de l'une ou de l'autre mâchoire.

1° *Incisives.* — A de très rares exceptions près, le nombre maximum et d'ailleurs très fréquent des incisives est de trois chez les Placentaires et de quatre chez les Marsupiaux; mais deux genres, parmi ces derniers, les genres *Didelphys* Linné et *Perameles* E. Geoffroy, en présentent une de plus. Il y a lieu d'hésiter, pour le Mammifère typique, entre les nombres quatre et cinq. Puisqu'il faut opter entre les deux et sans attacher grande importance à mon choix, j'adopterai le nombre cinq, qui n'est pas très élevé et qui n'est jamais dépassé chez aucun Mammifère [1].

2° *Canines.* — Dans la catégorie des canines, il n'y a pas d'hésitation possible. Le nombre de ces dents, quand elles existent, ne dépassant jamais l'unité, le Mammifère typique aura une dent canine.

3° *Prémolaires.* — Le nombre maximum, en même temps que très fréquent, des prémolaires est de trois pour les Marsupiaux et de quatre pour les Placentaires. D'ailleurs, d'un bout à l'autre de la

1. Chez les Mammifères les plus inférieurs, comme d'ailleurs chez les Vertébrés qui les suivent dans la série, le nombre des incisives est toujours très réduit et souvent nul; le plein développement de ces dents semble propre à la classe des Mammifères. Cette considération contribue à me décider à prendre le nombre le plus élevé de ces dents comme nombre typique. Il est, d'ailleurs, digne de remarque que, sous ce rapport, ce sont les Marsupiaux, et non les Placentaires, qui s'éloignent le plus des types inférieurs.

série des Mammifères, ce nombre ne se montre supérieur à quatre que dans un seul cas, celui du Cachicame. Il me paraît convenable de ne pas compliquer, par la considération d'un cas aussi exceptionnel, la conception du Mammifère typique, et d'attribuer à celui-ci seulement quatre prémolaires [1].

4° *Molaires.* — Le nombre maximum, en même temps qu'habituel, des vraies molaires est de trois chez les Placentaires diphyodontes, à l'exception d'un seul, *Otocyon megalotis* Desmarest, qui en a quatre, et de quatre chez les Marsupiaux, à l'exception du genre *Myrmecobius* Waterhouse, qui en présente une ou deux de plus. Non sans hésitations, et sans attacher d'ailleurs grande importance à ce choix, je ferai abstraction de ce cas tout à fait exceptionnel, et j'attribuerai quatre vraies molaires au Mammifère typique.

En résumé, le type du Mammifère que nous venons de construire a pour formule dentaire :

$$\frac{5}{5} + \frac{1}{1} + \frac{4+4}{4+4} \text{[2]}.$$

Nous pouvons maintenant passer à l'étude des caractères dentaires présentés par le Mammifère inférieur ou de transition.

2. Quelle est la dentition du mammifère inférieur de transition.

Le mammifère inférieur de transition doit être conçu comme diphyodonte. Cela résulte, évidemment, des considérations précédentes, par lesquelles j'ai établi que les monophyodontes doivent être conçus comme dérivant, à l'aide de procédés divers, du type

1. De même que, chez les Vertébrés polyphyodontes, la denture est presque exclusivement composée de dents maxillaires polyphysaires, de même, comme je l'ai déjà fait remarquer (p. 214, note 1), chez les Mammifères inférieurs, les dents qui correspondent à celles-là, c'est-à-dire les prémolaires, semblent être très nombreuses et presques seules à garnir les mâchoires. Cette considération m'engage à retenir pour la conception du Mammifère inférieur, mais à rejeter de celle du Mammifère typique le nombre de prémolaires présenté par les Édentés. Remarquons encore que, au point de vue du nombre des prémolaires comme à celui du nombre des incisives, ce sont les Marsupiaux, et non les Placentaires, qui s'éloignent le plus des types inférieurs.

2. Il va sans dire, d'après ce qui précède, que je n'attache pas une importance absolue à cette formule, et que j'accepterais presque aussi volontiers telle autre formule qui, dans ses plus grands écarts, ne dépasserait pas celle-ci :

$$\frac{4}{4} + \frac{1}{1} + \frac{4+5}{4+5};$$

mais, telle que je la donne ou modifiée dans ces limites, une formule me paraît avoir son utilité, pour fixer les idées en éliminant, en bloc, toutes les autres formules.

diphyodonte, et que ce type doit être rattaché aux Vertébrés inférieurs polyphyodontes.

Le Mammifère inférieur de transition doit être également conçu comme présentant, à chaque moitié de mâchoire, une série, postérieure, de dents monophysaires, puisque cette série se rencontre, sans une seule exception, chez tous les Mammifères diphyodontes[1].

Le Mammifère inférieur doit donc présenter, comme le Mammifère typique, des incisives, des prémolaires et des vraies molaires. Quant aux canines, bien qu'elles ne se montrent nettement différenciées que chez les Mammifères les plus élevés, on peut néanmoins les reconnaître, plus ou moins dégradées, dans le plus grand nombre des diphyodontes : aussi ne vois-je pas plus de motifs pour nier que pour affirmer leur présence dans le terme inférieur de la série. D'une façon plus générale, il me paraît également difficile de décider si le Mammifère de transition doit être conçu comme homodonte ou comme hétérodonte; car, si, d'une part, la forme homodonte est moins compliquée et se montre, chez les Vertébrés inférieurs, plus fréquente que la forme hétérodonte : d'autre part, chez les Mammifères, elle coexiste le plus souvent avec l'état monophyodonte, que nous devons concevoir comme dérivant, par dégradation, de l'état diphyodonte.

Nous pouvons supposer, au Mammifère de transition, un nombre total de dents assez élevé, 1° parce que tel est le cas général chez les Vertébrés inférieurs, et 2° parce que, chez les Mammifères, nous voyons habituellement les dents devenir moins nombreuses à mesure qu'elles se spécialisent davantage. Mais, quant à fixer le nombre exact de ces dents, et à le répartir dans les trois catégories, incisives, prémolaires et molaires, dont la détermination est absolument indépendante de la forme, il ne saurait, évidemment, en être ici question. Nous pouvons seulement admettre, d'après ce que nous constatons chez les Reptiles, que chacun de ces nombres est assez variable et mal arrêté, et, en outre, que celui des incisives et celui des vraies molaires sont très réduits, le plus grand de beaucoup étant celui des prémolaires[2].

Tels doivent être, à mon sens, les caractères dentaires du Mammifère inférieur de transition, et tels sont ceux que présente effectivement le genre *Dasypus* LINNÉ. L'espèce de ce genre dont

1. Voir p. 214, note 1.

2. Voir page 214, note 1, page 215, note 1, et p. 216, note 1.

P. Gervais a observé la double dentition [1] a pour formule dentaire $\frac{0}{0} + \frac{0}{0} + \frac{7+1}{7+1}$, et, suivant l'expression de cet auteur, « le mode de remplacement » de ses dents est « bien plus semblable à celui des Crocodiles qu'à celui des Mammifères ».

Au point de vue de la dentition, on peut donc considérer comme dérivant des Tatous tous les Mammifères diphyodontes. Quant aux autres Édentés et à tous les autres Mammifères monophyodontes, ils doivent, ainsi que nous l'avons vu, être regardés comme divergeant, à différents niveaux, de la série des diphyodontes. Les Marsupiaux se montrent plus éloignés du point de départ que les Placentaires.

3. N'y a-t-il à considérer que deux dentitions chez les Mammifères?

J'ai implicitement supposé jusqu'ici, avec la plupart des zoologistes, qu'il n'y a réellement à considérer que deux dentitions successives chez les Mammifères; mais ce serait laisser une grave lacune dans l'étude qui fait l'objet de ce mémoire, que de ne pas examiner directement la question [2].

L'ensemble des dents diphysaires des Mammifères diphyodontes se laisse spontanément décomposer, d'après l'époque relative d'apparition de chaque série, en deux séries horizontales, d'ailleurs irréductibles, celle qui apparaît la première et celle qui lui succède.

Quant aux dents monophysaires postérieures ou vraies molaires, si l'on s'en tenait strictement au principe de cette division, on n'aurait, évidemment, aucun motif de les classer dans l'une plutôt

1. P. Gervais, *Mammifères*, t. II, 1855, p. 252, avec fig., p. 254.

2. Comme j'avais dit (dans *Soc. Biol.*, 25 février 1888, p. 205) : « Magitot paraît même disposé à admettre non pas deux, mais cinq dentitions successives chez l'Homme; et, en adoptant le point de vue de cet odontologiste, on devrait en admettre encore une de plus, c'est-à-dire six, chez les Mammifères diphyodontes à quatre vraies molaires »; M. Magitot a expliqué qu'il avait entendu décrire non pas *cinq dentitions*, mais bien *cinq phases* dans le développement dentaire de l'Homme (*ibid.*, 10 mars 1888, p. 262). Je suis heureux de me trouver ainsi d'accord avec M. Magitot; mais la façon dont il s'était exprimé ne m'autorisait-elle pas à dire qu'il *paraissait disposé à admettre cinq dentitions successives chez l'Homme?* Il avait écrit, en effet : « On peut dire ainsi qu'il y a en réalité *cinq dentitions* ou cinq périodes : la première seule *caduque* et les quatre autres *définitives* ». (*Des lois de la dentition*, p. 14, dans *Journ. Anat. et Physiol.*, 1883.)

que dans l'autre des deux séries, et l'on devrait les considérer comme en formant une troisième ; mais il est aisé d'éviter une complication toujours fautive quand elle n'est pas indispensable : il suffit, pour cela, de combiner, à la considération précédente de la succession d'une série à l'autre, une nouvelle considération, corrélative de la première, celle des deux époques de la vie pendant lesquelles le sujet présente les dents soit de l'une, soit de l'autre des deux séries. Au lieu de considérer purement et simplement la *première* et la *deuxième* dentitions, on regarde celle-là comme étant aussi la dentition *de lait*, c'est-à-dire celle du premier âge, ou la dentition *temporaire*, et celle-ci, comme étant également la dentition *permanente*, c'est-à-dire celle de toute la vie à partir de l'âge adulte, ou la dentition *définitive*. Les deux points de vue sont tout à fait équivalents en ce qui concerne les deux séries horizontales de dents diphysaires; mais le second supplée au premier pour permettre de rattacher à l'une de ces séries, à la deuxième, les dents monophysaires postérieures [1].

Ainsi, il est possible de ramener à l'une ou à l'autre des deux dentitions généralement admises toutes les dents normales des Mammifères diphyodontes.

Il y a plus. La conception qui n'admet que deux dentitions chez les mammifères s'harmonise mieux avec les faits que celle qui en admettrait trois par exemple. En effet, chez les Mammifères suffisamment différenciés sous ce rapport, la dentition de lait et la dentition de l'adulte comprennent, chacune, les différentes formes de dents caractéristiques du genre, de telle sorte que, d'une part, la série des dents de lait forme, à elle seule, un système de dentition complet, et que, d'autre part, la série des dents de remplacement et celle des vraies molaires ne forment que par leur ensemble un système de dentition équivalent au premier. Ainsi, dans le genre Chien par exemple et chez tous les Carnivores, on trouve, dans la dentition de lait comme dans l'autre, des incisives, des canines, des précarnassières [2], des carnassières et des tuberculeuses. Les inci-

1. M. Beauregard, tout en ne considérant aussi que deux dentitions chez les Mammifères, a soutenu que les vraies molaires appartenaient à la première (dans *Soc. Biol.*, 3 mars 1888, p. 230); mais je crois avoir réfuté son argumentation (*ibid.*, 19 mai, p. 475, et 26 mai 1888, p. 496). Sans reproduire ici notre controverse, je me contente de donner les raisons qui justifient, à mes yeux, l'opinion générale, à savoir que les vraies molaires doivent être rattachées à la deuxième dentition.

2. Je crée ici ce mot, en lui donnant l'acception ancienne et purement morphologique

sives, d'une part, et les canines, de l'autre, n'ayant, d'ordinaire et à peu de chose près, dans une dentition, qu'une seule et unique forme, se reproduisent, dans l'autre dentition, sous cette même forme; mais il n'en est pas de même des molaires : leurs trois formes, dans le genre Chien, *précarnassière, carnassière* et *tuberculeuse*, qui se trouvent réunies dans les dentitions de lait, se répartissent, chez l'adulte, entre les dents de remplacement et les vraies molaires, celles-là ne présentant que des précarnassières, tandis que celles-ci contiennent exclusivement une carnassière et deux tuberculeuses.

Ainsi, en réunissant dans une même dentition, les vraies molaires et les dents de remplacement, on construit une théorie pleinement d'accord avec l'ensemble des faits. D'une part, on peut voir *avec les yeux du corps* et dessiner *d'après nature*, chez les différentes espèces de Mammifères diphyodontes, l'une et l'autre des deux dentitions; et, d'autre part, les différentes formes de dents propres à chaque espèce se retrouvent dans chaque dentition et s'y succèdent régulièrement et dans le même ordre. Si, au contraire, on rapportait les vraies molaires à la première dentition, on aurait une théorie absolument en désaccord avec les faits. D'une part, on ne verrait jamais *dans la nature*, on ne pourrait dessiner *sans schéma* aucune des deux dentitions ainsi conçues; et, d'autre part, des formes qui manqueraient à la deuxième se montreraient à diverses places et confusément entremêlées dans la première. Dans le genre Chien par exemple, la première dentition présenterait successivement, d'avant en arrière et pour chaque moitié de mâchoire, des incisives, une canine, des précarnassières, une carnassière, une tuberculeuse, une nouvelle carnassière et deux nouvelles tuberculeuses, pendant que la deuxième n'aurait que des incisives, une canine et des prémolaires! Un résultat aussi absurde suffirait seul à condamner la théorie qui le fournit.

Il y a donc lieu de considérer, chez le Mammifère diphyodonte,

du mot *prémolaire*, qui a reçu depuis un sens zoologique précis : *Les prémolaires sont celles des molaires qui sont diphysaires, ou qui précèdent une dent diphysaire, ou dont on peut démontrer les homologies avec des prémolaires typiques* (F. Lataste, dans *Zool. Anz.*, 1887, p. 287; dans *Soc. Biol.*, 1888, p. 38.) Peut-être, d'ailleurs, pourra-t-on donner ultérieurement, des prémolaires, une définition plus courte et s'appliquant du premier coup aux monophyodontes comme aux diphyodontes? Ces dents seraient « celles des molaires qui se développent d'arrière en avant ». (Voir F. Lataste, dans *Soc. Biol.*, 9 juin 1888, p. 539.)

ni plus ni moins de deux dentitions : une première, ne comprenant que les dents de lait, et une deuxième, composée des dents de remplacement et des vraies molaires.

Nous avons réparti, entre les deux dentitions, toutes les dents normales des diphyodontes. Une question surgit ici : A laquelle de ces deux dentitions faut-il faire correspondre la dentition unique des monophyodontes? La réponse à cette question ne saurait être douteuse. En effet, quand nous avons établi (p. 210) que les monophyodontes doivent être conçus comme dérivant des diphyodontes par la disparition de la dentition ou des dents de lait, nous avons implicitement rattaché toutes les dents des premiers à la deuxième dentition.

Il nous reste un dernier cas à examiner : celui de certaines dents antérieures qui, ailleurs et normalement diphysaires chez les diphyodontes, se montrent, chez quelques-uns de ceux-ci, exceptionnellement monophysaires. Telles sont toutes les dents des Marsupiaux antérieures à la troisième prémolaire, les incisives des Rongeurs simplicidentés, la première prémolaire des genres Chien, Phoque, Porc, Hippopotame, Cheval, Rhinocéros, la canine des Damans [1], les prémolaires de l'Éléphant, la prémolaire inférieure de l'Aye-Aye, les incisives du Morse à l'exception de la troisième supérieure, les incisives inférieures du Dugong, et peut-être d'autres encore. Les zoologistes ont toujours paru fort embarrassés pour rapporter ces dents à l'une ou à l'autre des deux dentitions. Nous avons vu les hésitations de Flower à propos des dents antérieures des Marsupiaux. Huxley s'est montré encore plus indécis, au sujet de la première prémolaire du Chien : « Dans ce cas, dit-il, comme dans beaucoup d'autres, on ne sait si on doit les comprendre parmi les dents de lait ou dans la dentition adulte [2] ». Or la difficulté peut et doit être résolue, à mon sens, par des considérations d'analogie, et nous devons rapporter toutes ces dents, au moins jusqu'à preuve du contraire, encore à la seconde dentition [3]. En effet, d'une part, en ce qui concerne spécialement les

1. Si toutefois il se confirme que cette dent soit réellement monophysaire. (Voir p. 210, note 2.)

2. *Élém. d'anat. comp.*, trad. par Mme Brunet, 1875, p. 432.

3. Comme j'avais, dans deux communications préalables (dans *Soc. Biol.*, 14 janvier, p. 37, et 25 févr. 1888, p. 203), soutenu cette opinion, M. Beauregard l'a combattue (*ibid.*, 10 mars 1888, p. 259). Croyant avoir réfuté ses arguments (*ibid.*, 9 juin 1888, p. 537), je me dispense de reproduire ici notre controverse.

dents antérieures des Marsupiaux et les incisives des Rongeurs simplicidentés, ceux de ces animaux qui sont monophyodontes (genres *Dasyurus* et *Sarcophilus,* parmi les Marsupiaux, genre *Mus, Microtus* [*Arvicola*], etc., parmi les Rongeurs) rentrent dans le cas général des monophyodontes, et, comme ils se relient graduellement à ceux qui sont diphyodontes, les dents monophysaires homologues des uns et des autres doivent être rapportées à la même dentition, c'est-à-dire à la deuxième; et, d'autre part et d'une façon générale, on observe très fréquemment, ainsi que nous l'avons vu (p. 210), des dents de lait à l'état rudimentaire et comme en voie de disparition (dentitions de lait des Chiroptères, des Insectivores, des Pinnipèdes, troisième prémolaire de lait des Marsupiaux, incisives de lait des Rongeurs duplicidentés, prémolaires de lait du Cochon d'Inde), tandis qu'il n'existe, à ma connaissance, aucun exemple de dent de remplacement vraiment rudimentaire [1] : nous pouvons donc légitimement admettre, par induction, que, sauf des exceptions possibles, mais à démontrer, toute dent monophysaire antérieure d'un diphyodonte représente le terme de remplacement d'une dent diphysaire qui a perdu son autre terme, et qu'elle appartient à la deuxième dentition.

La question des deux dentitions des Mammifères me paraît, actuellement, suffisamment élucidée, pour qu'il soit désormais facile d'enserrer chacune d'elles dans une définition complète et précise.

IV. — Définitions de l'une et de l'autre dentition.

Première dentition. — La *première dentition,* ou *dentition de lait,* ou *dentition temporaire*, comprend la première série horizontale des dents diphysaires.

Deuxième dentition. — La *deuxième dentition*, ou *dentition permanente,* ou *dentition définitive*, comprend la totalité des autres dents : aussi bien les dents diphysaires de la deuxième série horizontale que les dents monophysaires, et, parmi celles-ci, aussi bien les postérieures (vraies molaires) que les antérieures (incisives, canines ou prémolaires).

1. Dans le cas du genre Cténodactyle, la prémolaire de remplacement, quoique relativement moins développée que celle de lait et précocement caduque, ne reste pas, à proprement parler, rudimentaire, comme font, par exemple, les incisives de lait du Lapin et toutes les dents de lait des Pinnipèdes.

SUR LE MICROCOCCUS VERSATILIS (STERNBERG)

« Micrococcus versatilis » est le nom donné par M. le Dr Sternberg à notre « Tetragenus febris flavæ », et nous l'acceptons volontiers en attendant que les épreuves comparatives que nous sommes en train de faire aient résolu la question, encore débattue, de la spécificité ou la banalité de ce micro-organisme.

Nous avons tout lieu de croire que ce microcoque est bien celui qui se développa dans nos premières cultures sur gélose peptonisée, ensemencée par piqûre avec du sang, de la sérosité de vésicatoire et autres produits recueillis sur des malades de fièvre jaune, au mois d'août 1886; mais ce ne fut qu'en juin 1887 que nous pûmes constater la disposition en tétrades des microcoques développés dans nos cultures nouvelles. Revisant ensuite nos préparations de l'année précédente, nous nous aperçûmes que les microcoques y étaient également disposés en tétrades; c'est ce qui nous fit signaler la forme tétragène comme caractéristique de notre microcoque.

En novembre 1887, nous choisîmes parmi nos cultures, provenant d'une vingtaine de malades de fièvre jaune, quelques échantillons que le Dr Sternberg voulut bien se charger d'étudier à Baltimore. N'ayant employé nous-mêmes dans ces premières ni les plaques de Koch, ni les tubes d'Esmarck, si quelques-unes de nos cultures restaient pures, la plupart ne l'étaient pas. M. le Dr Sternberg se chargea de combler cette lacune et isola le « Micrococcus versatilis » contenu dans nos cultures de sang et dans celles provenant de colonies plantées par des moustiques ayant piqué des malades atteints de la fièvre jaune.

Les différents aspects présentés par les colonies, leur coloration variable, ainsi que la diversité que le microcoque manifeste dans ses dimensions et dans son développement suggérèrent le nom de « versatilis ».

C'est un microcoque chromogène se développant en véritables tétrades, de dimensions assez grosses par places et ailleurs fort petites. Sa coloration sur gélose, sur pomme de terre et sur gélatine peut présenter diverses nuances, depuis le blanc sale jusqu'au jaune crème passant par le jaune citron et le jaune serin. La versatilité de ses caractères se manifeste également quant à la propriété de liquéfier la gélatine, que notre microcoque peut manifester assez rapidement, ou bien avec lenteur, ou encore en être temporairement dépourvu, sur des séries procédant d'une même culture pure.

Au Brésil, le Dr Sternberg ayant échoué dans la plupart de ses tentatives de cultures avec du sang de malades de fièvre jaune au mois de juillet 1887, obtint une seule fois, avec un échantillon recueilli d'après ses instructions par le M. Dr Aranjo Goes, un microcoque en tétrades qu'il put identifier plus tard avec notre « M. versatilis ».

A la Havane, M. le Dr Gibier ayant échoué également dans ses cultures de sang, présenta à un confrère un tube de gélose ensemencé par lui avec du sang du cœur d'un cadavre de fièvre jaune. Ici encore, il se développa, au bout de dix ou douze jours, une colonie jaune serin, composée de microcoques en tétrades, morphologiquement identiques au M. versatilis.

L'apparition si exceptionnelle de ce microcoque dans les tentatives faites par ces messieurs, s'expliquerait d'ailleurs par la circonstance que ni l'un ni l'autre n'avait opéré pendant la saison épidémique d'été, mais bien à des époques où la température ambiante restait entre 25° et 29° centigr., tandis que nous nous sommes assurés qu'il faut une température de 30° à 32° pour développer les germes apparemment contenus dans les produits pathologiques. Cette condition n'est cependant pas indispensable pour les cultures subséquentes.

Le Dr Sternberg trouva dans le foie et dans le rein de son autopsie n° 8 à la Havane (1888) un microcoque en tétrades qu'il identifia, par une comparaison minutieuse, avec le M. versatilis.

Nous-mêmes, nous avons obtenu des colonies du M. versatilis avec des cultures ensemencées avec des jus du foie, du rein et de la rate, recueillis avec les précautions nécessaires sur des cadavres de fièvre jaune; mais nous employons surtout pour démontrer la présence de ce micro-organisme, la sérosité de vésicatoires appliqués avec des précautions aseptiques, au troisième ou quatrième jour de la maladie, sur des sujets ne présentant ni suppression d'urine, ni symptômes urémiques ou typhiques.

Nous devons ajouter que le Dr Sternberg a souvent obtenu le M. versatilis en cultivant des bouillons dont quelques gouttes avaient été déposées sur la peau non lavée de sujets sains, ou malades, mais non atteints de fièvre jaune, dans les foyers endémiques (Rio, Vera-Cruz, Havane).

Le procédé qui nous a le mieux réussi pour obtenir le M. versatilis, consiste à délayer un peu de matière pathologique dans de la gélatine peptonée (à 15 ou 30 p. 0/0) maintenue liquide dans l'étuve à 30° ou 32°. Lorsqu'il se forme un dépôt au fond de la gélatine, on le recueille pour en préparer des tubes d'Esmarch à la gélose, qui seront maintenus dans l'étuve à 30° ou 32°. Les colonies du M. versatilis se montrent au bout de deux à six jours, suivant la saison de l'année et l'activité vitale des germes cultivés. Ce sont des colonies rondes, à bords lisses, homogènes, jaune paille, opaques à leur maturité; celles qui n'ont pas atteint la surface sont fusiformes et plus foncées.

CLAUDIO DELGADO et CHARLES FINLAY.

CHEVREUL.

—

La mort de Chevreul n'a pas été seulement un deuil pour la chimie organique. Il a laissé dans les sciences biologiques proprement dites, particulièrement en anatomie et en physiologie, une trace ineffaçable. Ce recueil se devait d'autant plus à lui-même de le rappeler que Chevreul gardera dans l'histoire de l'anatomie moderne sa place marquée entre Bichat et Robin, à côté de de Blainville dont il a été en quelque sorte le collaborateur en maintes recherches d'anatomie générale.

Chevreul le premier a nettement conçu et proclamé l'importance de l'étude des principes immédiats pour l'anatomie, l'organogénie, la zoologie, la pathologie. Dès 1837 [1], rejetant toute doctrine vitaliste, il ramène nettement les phénomènes de la vie aux forces qui régissent la nature brute, aux réactions les uns sur les autres des composés chimiques, c'est-à-dire des principes immédiats dont le mélange et la juxtaposition constituent les corps vivants, déterminant à leur tour la manifestation des propriétés essentiellement vitales et qu'on peut réduire à deux : innéité, hérédité.

Depuis un demi-siècle que cette vérité a été proclamée, les recherches modernes n'ont fait que la confirmer dans toutes les branches de la biologie.

Les caractères chimiques ont servi à distinguer les tissus les uns des autres, dans les tissus les éléments anatomiques et dans la constitution de ceux-ci les parties distinctes que nous avons appris à y reconnaître par les affinités plus ou moins grandes qu'elles laissent voir dans le champ du microscope avec les matières colorantes, et qui nous dénotent par leur variété même celle des principes immédiats entrant dans la composition d'un corps cellulaire ou d'un noyau, aussi bien que de tout élément non cellulaire.

Ces dernières applications si fécondes pour l'histologie ne sont point dues à Chevreul, mais il a lui-même étudié un certain nombre de principes immédiats, et si ses recherches sur les corps gras sont classiques, il suffit de parcourir la longue liste de ses œuvres pour le voir occupé successivement d'une foule d'autres sujets touchant à l'anatomie : un de ses premiers travaux (1811) est consacré à l'étude du cartilage et de la substance de la corde dorsale des squales, et vers la fin de sa carrière c'est l'acide urique, ce sont les guanos qui l'occupent. Il est d'ailleurs inutile

1. *Considérations générales sur l'analyse organique et ses applications,* Levrault, Paris, 1824, et C. r., Acad. des Sciences, 1837, t. V, p. 175.

de relever ici la liste de tous ces travaux d'inégale importance; on la trouvera dans le catalogue des publications de Chevreul dressé par M. Maloizel [1].

Rappelons seulement que Chevreul, appliquant les principes qu'il avait formulés à l'étude des tissus, a le premier nettement caractérisé le tissu jaune élastique, ou plutôt l'élément fondamental de ce tissu, la substance jaune élastique ordinairement en forme de fibres qui en constitue l'élément fondamental. Il faut citer : « Le tissu jaune, dit-il, au point de vue des pro-
« priétés chimiques, est un des principes immédiats les mieux caractérisés
« par son élasticité qui le distingue si éminemment de tous les autres et
« qu'il ne perd pas en le chauffant au milieu de l'eau à une température
« de 119° à 120°, tandis que le tissu cellulaire, les tendons, le cartilage des
« os se transforment en gélatine dans l'eau bouillante. Le tissu élastique
« jaune est du nombre des principes immédiats que l'on peut séparer
« d'autres tissus sans que ses propriétés paraissent modifiées, il est de la
« catégorie de ceux qui démontrent la possibilité d'isoler des principes
« immédiats des êtres vivants sans les altérer. » Il est rigoureusement exact de dire que c'est Chevreul qui a déterminé le premier le tissu élastique comme espèce anatomique [2].

La conception de la vie comme dépendant essentiellement de la constitution et de la réaction réciproque des principes immédiats obéissant aux seules lois qui gouvernent les phénomènes moléculaires, devait conduire Chevreul à cette autre conception que si la vie d'un être n'est en quelque sorte que l'expression permanente de sa composition chimique et des changements que celle-ci offre normalement avec le temps ou anormalement dans le cas de maladie; que si la constitution chimique est par suite la base même de tous les phénomènes vitaux, l'accroissement du corps organisé, les changements qu'il subit au cours de celui-ci, et l'établissement même de sa forme définitive dépendent à leur tour de cette constitution moléculaire. En d'autres termes, et pour abréger, il faut admettre que les caractères morphologiques des corps vivants sont fonction de leur composition chimique. C'est Chevreul qui a formulé ce principe. Ch. Robin, dans ses nombreux ouvrages, n'a cessé de le proclamer [3]. Mais c'est seulement depuis fort peu de temps que la recherche est entrée dans cette voie. Nous devons citer avant tout les travaux de M. Gautier sur la couleur des cépages hybrides [4], puis quelques tentatives plus récentes sur le développement de larves d'Echinodermes privées de sels calcaires [5] et d'autres qui se poursuivent en ce moment même.

On voit quel lien étroit, depuis les travaux de Chevreul, unit la chimie biologique aux branches de la zoologie qui s'en éloignent même le plus en

1. *Œuvres scientifiques de M. E. Chevreul*, 1 vol. Paris, 1887.
2. Voy. Pouchet et Tourneux, *Précis d'histologie humaine*, p. 116.
3. Voy. ce Journal, *Ch. Robin, sa vie et son œuvre*, 1886, *passim*.
4. *Du mécanisme de la variation des êtres vivants*, dans *Hommage à Chevreul à l'occasion de son centenaire*, in-4°. Alcan, 1886.
5. Voy. Pouchet et Chabry, Soc. de Biologie, 12 janv. 1889.

apparence. C'est donc dans l'étude des principes immédiats et non ailleurs qu'il faudra chercher la cause première des variations organiques que nous traduisons par la conception d'espèce.

Darwin et avant lui Lamarck n'ont voulu démontrer en définitive qu'une chose : l'origine de la variation en dehors de l'individu vivant. Ils n'ont jamais abordé même de loin l'étude du mécanisme intime des modifications de l'organisme, les questions capitales des modifications de volume et de forme des éléments anatomiques par exemple, différents selon les groupes; celle de l'apparition de certains éléments anatomiques propres à certains groupes, etc. Or il faut bien admettre que le milieu ne peut agir d'une façon durable et héréditaire que sur la nature, le nombre, la proportion des principes immédiats qui constituent l'individu, c'est-à-dire sur sa composition moléculaire, laquelle à son tour provoquera la formation d'organes nouveaux, ou soumettra ceux existant à des relations nouvelles. Au reste il serait aisé de citer vingt exemples empruntés aux pratiques de la culture végétale ou animale qui confirment le principe posé par Chevreul et prouvent que les choses n'ont pu se passer autrement en dehors de l'action de l'homme.

Ce sont là des idées qui devraient être aujourd'hui courantes, mais dont il semble cependant que les zoologistes n'ont pas encore tous compris la haute portée. On peut dire que la chaire d'où Chevreul a jeté un si grand éclat sur la chimie des corps vivants, est en quelque sorte l'organe cardinal d'un établissement consacré aux sciences biologiques. La chimie des êtres vivants est la base même de l'anatomie et de la physiologie, c'est-à-dire de l'étude statique et dynamique des animaux et des plantes, par suite le seul point de départ vraiment scientifique de toute la zoologie et de toute la botanique.

Chevreul avait tout aussi bien vu l'importance de l'étude des principes immédiats pour la pathologie. Dès le début il proclama l'intérêt qu'il y avait à connaître ceux qui existent à l'état normal dans l'économie, précisément pour y découvrir ceux qui pourront y apparaître accidentellement et dont la présence — c'est la conséquence même de sa doctrine — aura pour résultat un trouble profond de l'organisme. Nous assistons en ce moment même à la démonstration en quelque sorte directe de cette influence. Après avoir admis que certains saprophytes, regardés comme agents immédiats d'un certain nombre de maladies où on les rencontre, troublaient la nutrition des tissus par une sorte de concurrence vitale, sur la nature de laquelle on s'expliquait d'ailleurs d'autant moins que l'on connaissait nombre d'autres saprophytes parasites qui ne donnent pas lieu aux mêmes accidents, on en est arrivé dans ces derniers temps à considérer les maladies en question comme directement causées par des principes immédiats, définis, cristallisés, que les saprophytes en question engendreraient et par lesquels ces saprophytes — à l'exclusion d'autres, il est vrai, à peine distincts ou même tout à fait indistincts morphologiquement — exerceraient sur l'individu-terrain où ils ont élu domicile, une action nocive.

Enfin M. Chevreul a également laissé un certain nombre de travaux que la physiologie peut revendiquer. Nous citerons en particulier ses recherches bien connues sur les contrastes simultané et successif des couleurs qui ne

sont en définitive qu'une étude des modalités du fonctionnement de la seconde paire nerveuse. Rappelons aussi ses recherches sur les mouvements presque imperceptibles, en tous cas involontaires et même inconscients que les centres nerveux commandent aux organes périphériques sous l'impression de certains états cérébraux, simplement sous l'influence de la notion vague d'un événement à venir. Ce sont là des questions qui touchent aux plus hauts problèmes que puisse se poser la physiologie du système nerveux. En un temps où ils occupaient moins l'attention qu'aujourd'hui, Chevreul a su les aborder dans son ouvrage sur la baguette divinatoire et les tables tournantes avec une méthode qu'on doit recommander comme un exemple à tous ceux qui croient étudier scientifiquement les phénomènes de cet ordre.

G. P.

Le Propriétaire-Gérant :

FÉLIX ALCAN.

Coulommiers. — Imp. P. Brodard et Gallois

SUR LE DÉVELOPPEMENT ET L'ÉVOLUTION

DU TUBERCULE GÉNITAL CHEZ LE FŒTUS HUMAIN

DANS LES DEUX SEXES

AVEC QUELQUES REMARQUES CONCERNANT LE DÉVELOPPEMENT DES GLANDES PROSTATIQUES

Par F. TOURNEUX
Professeur à la Faculté de médecine de Lille.

(*Planches VIII à XIII.*)

Le développement des organes génitaux externes est connu aujourd'hui dans ses traits principaux chez l'homme, et l'homologie de ces organes dans les deux sexes a été établie d'une façon rigoureuse. Toutefois certains points restent encore obscurs, notamment le mode de formation du canal de l'urèthre dans la région du gland (portion balanique) et la manière dont se constitue le frein préputial. Ayant eu à notre disposition une série presque complète de fœtus humains mâles et femelles depuis la fin du deuxième mois de la vie intra-utérine jusqu'à l'époque de la naissance, nous avons cherché à étudier le développement structural du tubercule génital, surtout par la méthode des coupes, et à compléter ainsi les indications fournies par les auteurs. Les faits que nous avons pu observer au cours de nos recherches forment l'objet de ce mémoire, que nous diviserons en quatre chapitres [1]. Le premier comprendra l'étude des premiers développements du tubercule génital chez le mouton, chez le porc et chez l'homme, ainsi que le mode de formation du bourrelet anal chez l'homme. Dans le deuxième, nous nous occuperons du développement de la verge chez l'homme, et spéciale-

1. Les principaux résultats de ces recherches ont fait l'objet de plusieurs notes communiquées à la *Soc. de biologie* (6 août, 29 octobre et 5 novembre 1887).

ment du gland, du prépuce et de la portion balanique du canal de l'urèthre. Le troisième chapitre sera consacré à l'évolution générale du clitoris chez la femme, et plus particulièrement du gland et du capuchon clitoridiens. Dans un quatrième chapitre, nous présenterons, sous forme de tableau comparatif, le développement des glandules prostatiques dans les deux sexes. Une courte revue historique relatant les faits les plus importants signalés par les auteurs, servira d'introduction à ce mémoire. Comme dans nos travaux antérieurs, nous indiquerons pour chaque fœtus humain la double longueur du vertex au coccyx et du vertex au talon [1].

Historique.

« En ce qui concerne le développement des organes génitaux externes, les observations de Tiedemann sont si complètes et si remarquables que toute nouvelle recherche est superflue et ne saurait aboutir à aucun résultat nouveau. » Ainsi s'exprimait en 1830 Joh. Müller dans son traité fondamental sur le développement des organes génitaux (*Bildungsgeschichte der Genitalien*, Düsseldorf, 1830, p. 86). Encore aujourd'hui sommes-nous frappés de la précision avec laquelle Tiedemann a décrit l'évolution des organes génitaux externes chez le fœtus humain, et a indiqué leur homologie dans les deux sexes. Les recherches de Tiedemann ont porté sur dix-neuf fœtus appartenant aux cinq premiers mois de la vie intra-utérine; en voici le résumé que nous croyons devoir citer en entier.

« Vers la fin de la cinquième et au commencement de la sixième semaine, il se forme une ouverture commune pour l'anus et pour les organes génitaux, et une petite éminence s'élève en avant de cette excavation. Vers la septième ou la huitième semaine, cette émi-

1. Pour éviter toute confusion, et pour préciser autant que possible les époques fœtales, nous avons coutume d'inscrire, pour chaque fœtus, sur une fiche spéciale : 1° les deux longueurs du vertex à la pointe du coccyx et du vertex à la plante des pieds; 2° le poids, si le fœtus nous a été remis à l'état frais; 3° les remarques générales concernant la dernière époque menstruelle, les dimensions des enveloppes et des annexes, l'état du fœtus, le nom du donateur, etc.; 4° le numéro d'inscription et la date de la réception. Les fiches sont classées par rang de taille des fœtus; les fœtus qui mesurent exactement les mêmes longueurs constituent une série, dont les lettres italiques *a*, *b*, *c*, etc., servent à désigner les différents membres. Ces indications se trouvent, d'autre part, reproduites sur les étiquettes des bocaux. La collection du laboratoire d'histologie de la Faculté de médecine de Lille comprend actuellement plus de 200 fœtus humains, catalogués conformément aux données que nous venons d'indiquer.

nence s'allonge en un corps saillant semblable au clitoris, à la face inférieure duquel s'étend une sorte de fente ou de sillon partant de l'excavation cloacale. Vers la neuvième semaine, le clitoris est mieux formé ; il possède un gland renflé, jusqu'auquel s'étend la fente génitale. En même temps, les grandes lèvres se montrent sous l'aspect de deux petits replis cutanés longitudinaux. Vers la dixième ou la onzième semaine, l'ouverture anale se trouve séparée de la fente génitale par l'apparition d'un pont cutané transversal, première ébauche du périnée. Les grandes lèvres ont augmenté de volume, et les bords de la fente génitale qui s'étend jusqu'à la face inférieure du clitoris se sont renflés et représentent les petites lèvres ou nymphes. Ce n'est que vers la quatorzième semaine que l'on voit, chez plusieurs embryons, la fente génitale se fermer à partir de l'anus et donner lieu à une suture saillante, le raphé, qui réunit également les grandes lèvres sous forme de scrotum, encore dépourvu toutefois de testicules. A la face inférieure du clitoris, règne encore une fente longitudinale qui se prolonge jusqu'au gland. De la quinzième à la seizième semaine, chez le fœtus mâle, le raphé ne fusionne pas seulement les grandes lèvres en un scrotum, mais il réunit aussi les bords renflés de la fente génitale à la face inférieure du clitoris jusqu'au gland ; en d'autres termes, les petites lèvres, les nymphes se soudent pour constituer le canal de l'urèthre, et le raphé se prolonge à la face inférieure de ce clitoris devenu pénis. Ce dernier est maintenant perforé, et possède un petit prépuce. Ainsi se comportent, chez tous les fœtus mâles, les organes génitaux externes ; ils se développent de plus en plus et vers le huitième mois les testicules pénètrent dans les bourses. Les organes génitaux externes de la femme restent fissurés, et augmentent de volume sans changer sensiblement de forme. » (*Anatomie der Kopflosen Missgeburten*. Landshut, 1813, p. 84.)

Meckel Joh.-Fr. (*Handbuch der menschl. Anatomie*, Halle, 1815-20) admet, comme Tiedemann, qu'à l'origine « les parties génitales externes sont construites d'après un même type, celui du sexe féminin » (page 656 de la traduction française). Meckel décrit ainsi successivement le développement du clitoris et de la verge :

Clitoris. — « Une fois que les parties sexuelles se sont développées, le clitoris est proportionnellement très considérable, et d'autant plus que l'embryon est plus jeune. Cet organe offre une fissure profonde sur toute la longueur de sa face inférieure.

« Le gland est tout à fait découvert jusqu'au quatrième mois; il forme une saillie arrondie, et séparée nettement du reste du clitoris. Cette époque passée, le prépuce croît avec assez de rapidité, et l'enveloppe entièrement..... « Le clitoris et les petites lèvres ne forment qu'une seule masse dans l'origine » (pages 665 et 666 de la traduction française).

Verge. — « Vers le milieu du troisième mois, le gland n'est point encore recouvert par le prépuce, et une échancrure profonde le sépare, en arrière, de la verge proprement dite, qui le surpasse en grosseur. Son extrémité antérieure est imperforée; on aperçoit seulement une petite tache blanchâtre à l'endroit où le méat urinaire doit se trouver plus tard. Mais on observe toujours, à cette époque, une scissure longitudinale, qui règne quelquefois en arrière sur une petite portion de la face inférieure du gland et qui occupe constamment l'extrémité antérieure de la face inférieure de la verge située immédiatement après. Ainsi l'urèthre ne s'étend pas aussi loin en devant, que quand le développement est achevé, et, de plus, sa partie antérieure offre une scissure en dessous.

« A quatre mois...., la forme de la verge n'est plus la même, le gland un peu plus volumineux, proportion gardée, est couvert par le prépuce à sa partie postérieure et inférieure... » (pages 676 et 677 de la traduction française).

J. Müller (*Bildungsgeschichte der Genitalien*, Düsseldorf, 1830), ainsi que nous l'avons dejà indiqué, se rattache entièrement à l'opinion de Tiedemann et de Meckel concernant le développement des organes génitaux externes.

Selon H. Rathke (*Abhandlungen zur Bildungs-und Entwicklungsgeschichte des Menschen und der Thiere*, I. Theil, Leipzig, 1832), la fermeture de la gouttière uréthrale chez le mâle débuterait à des endroits différents suivant les mammifères. C'est ainsi que chez le rat (*mus decumanus*), cette fermeture partirait du périnée, tandis que chez les ruminants elle commencerait à l'extrémité antérieure du tubercule génital; enfin, chez le porc, la portion moyenne de la gouttière se fermerait en dernier lieu (page 66). La trace de la soudure est indiquée par une crête longitudinale, blanchâtre et étroite qui disparaît à partir du milieu de la vie fœtale.

Les descriptions de Tiedemann, de Meckel et de Rathke sont demeurées classiques, et nous les retrouvons, sans grandes modifications, dans les principaux traités magistraux jusqu'à nos jours.

Nous nous contentons de mentionner ici les ouvrages de Valentin (*Handbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen*, Berlin, 1835), de Bischoff (*Entwicklungsgeschichte der Säugethiere und des Menschen*, Leipzig, 1842) et de Kœlliker (*Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere*, I. Aufl. Leipzig, 1861).

Erd et Ecker ont représenté dans leurs atlas un certain nombre de stades montrant le développement comparatif des organes génitaux externes chez l'homme. Les dessins de Erd (*Die Entwickelung des Menschen und des Hühnchens im Eie*, I. Bd., II. Th., planche XVI, Leipzig, 1846) manquent peut-être un peu de précision, mais ceux de Ecker (*Icones physiologicae*, pl. XXIX, Leipzig, 1859) sont remarquables à tous égards; aussi ces derniers ont-ils été reproduits dans les traités contemporains de E. Hæckel (*Anthropogenie*, Leipzig, 1877); de Kœlliker (*Entwickelungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere,* II. Aufl., Leipzig, 1879); de Quain (*Elements of Anatomy*, London, 1882); de Gray (*Anatomy Descriptive and Surgical*, London, 1883); de Beaunis et Bouchard (*Nouveaux éléments d'anatomie descriptive et d'embryologie*, 1885); de Ch. Debierre (*Manuel d'embryologie humaine et comparée*, Paris, 1886) et de O. Hertwig (*Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen und der Wirbelthiere*, Iéna, 1888).

Le texte annexé à la planche XXIX de l'atlas de Ecker nous fournit les indications suivantes :

Embryon humain long de 6‴. — Il existe encore une ouverture commune pour les voies digestives et urogénitales. Un embryon un peu plus âgé présente, en avant de cette ouverture, un épaississement cutané (éminence génitale) dont la face inférieure est occupée par une gouttière qui se perd en arrière dans l'orifice cloacal.

Embryon de la huitième semaine (longueur de 9,5‴). — L'éminence génitale s'est accusée et son extrémité a pris la forme d'un gland. Des deux côtés de la fente génitale, la peau s'est soulevée en deux replis (plis génitaux externes, plis des bourses ou grandes lèvres).

Embryon long de 1″. — L'ouverture urogénitale s'est séparée de l'orifice anal.

Fœtus de la dixième semaine environ (1″ 2‴). — L'anus et l'ouverture urogénitale sont complètement séparés, et les parties génitales accusent le type féminin. Les plis externes se sont effacés en

bas, et figurent les grandes lèvres; l'éminence génitale incline son extrémité libre et devient le clitoris. Les bords de la gouttière représentent les petites lèvres.

Fœtus vers la fin du troisième mois ou au commencement du quatrième (2″1,5‴). — La fermeture de la gouttière uréthrale est incomplète, et aurait probablement donné naissance à un hypospade.

Fœtus vers le milieu du cinquième mois ♀. — Par suite de l'état stationnaire du gland clitoridien, il se développe à sa surface un nouveau pli cutané : le prépuce du clitoris.

Fœtus au commencement du sixième mois ♀. — Le gland du clitoris est presque recouvert par le prépuce.

Les auteurs qui précèdent se sont surtout attachés à nous faire connaître le développement morphologique du tubercule génital dans les deux sexes. Il n'existe pas, à notre connaissance du moins, de monographie concernant les modifications de structure que subit ce tubercule aux différentes étapes de la vie fœtale. Nous signalerons cependant, à ce point de vue, comme renfermant certains détails intéressants, la thèse d'agrégation de Debierre (*Développement de la vessie, de la prostate et du canal de l'urèthre*, Paris 1883), ainsi qu'un mémoire de O. Cadiat (*Développement du canal de l'urèthre et des organes génitaux de l'embryon*, *Journal de l'Anat.*, 1884).

I

Premiers développements du tubercule génital chez le mouton, chez le porc et chez l'homme. Formation du bourrelet anal chez l'homme.

1° *Mouton.* — Nous avons publié récemment dans ce journal un mémoire sur *Les premiers développements du cloaque, du tubercule génital et de l'anus chez l'embryon de mouton* (1888). Le résumé suivant peut servir en quelque sorte d'introduction à notre étude sur le développement du tubercule génital chez l'homme.

Sur un embryon de mouton de 7, 5 millimètres, l'épithélium de la paroi antérieure du cloaque est uni à l'épiderme avoisinant par un amas plein de cellules épithéliales auquel on peut donner le nom de *bouchon cloacal.*

Dans la partie supérieure de l'excavation cloacale, viennent s'ouvrir en arrière le rectum, en avant le pédicule allantoïdien (futur sinus urogéntial), qui reçoit dès cette époque les conduits de Wolff débouchant un peu au-dessus du bouchon cloacal ; inférieurement, la cavité du cloaque déborde encore le bouchon par un court cul-de-sac, *portion caudale* ou *post-anale* de l'intestin.

A partir du stade précédent, l'épaisseur de ce bouchon (diamètre antéro-postérieur) ira sans cesse en augmentant, si bien qu'elle ne tardera pas à l'emporter sur les autres dimensions. Cet accroissement, joint à celui de l'éperon périnéal, entraîne un rétrécissement progressif de la cavité cloacale, déjà fort sensible sur l'embryon de 10 millimètres. Bientôt le cloaque se trouve réduit, sur la coupe sagittale, à une fente étroite contournant, sous forme d'une anse à concavité supérieure, l'extrémité renflée de l'éperon périnéal qui sépare le rectum de l'allantoïde. En même temps, on voit s'accuser sur la surface cutanée, immédiatement au-dessus du bouchon cloacal, un léger soulèvement du tissu mésodermique, premier indice du tubercule génital.

Sur des embryons plus âgés (longueurs de 14 et de 15,5 millimètres) ce tubercule dont la saillie s'est accentuée, mesure une longueur de 1 millimètre. En regard du bouchon cloacal (partie répondant à la branche antérieure de l'anse), la cavité du cloaque s'est oblitérée par soudure du bouchon cloacal avec la paroi opposée ou profonde (face antérieure de l'éperon périnéal). D'autre part, l'extrémité cloacale du rectum (branche postérieure de l'anse, s'est rapprochée sensiblement de la peau, sous l'influence de l'abaissement progressif du repli périnéal, combiné peut-être avec un mouvement en sens opposé de la surface cutanée au niveau de la *dépression sous-caudale.* La portion antérieure du bouchon cloacal s'est trouvée entraînée dans le soulèvement du tubercule génital et affecte la forme d'une lame verticale et médiane qui se prolonge à la face inférieure du tubercule depuis la racine jusqu'au sommet. Sur la coupe transversale du tubercule, elle figure une sorte de bourgeon rectiligne partant de l'ectoderme et s'enfonçant dans le tissu mésoblastique : nous lui donnerons, en raison de son origine, le nom de *lame cloacale,* ou encore, en raison de sa destinée, celui de *lame urogénitale* ou de *lame uréthrale.* C'est en effet aux dépens de cette lame que se développera l'épithélium de la portion spongieuse du canal de l'urèthre chez le mâle, et celui de la portion pré-uréthrale du vestibule chez la femelle.

Sur des embryons de 18 à 25 millimètres, l'épaississement du bord inférieur de l'éperon ou repli périnéal provoque la disjonction du rectum et du bouchon cloacal. Le rectum débouche maintenant dans une sorte de vestibule qui se prolonge en avant jusqu'au bouchon cloacal. La paroi supérieure de ce *vestibule anal* est représentée par l'extrémité inférieure du repli périnéal. D'autre part, la lame mésodermique primitivement interposée à l'endoderme et à l'ectoderme en regard de la dépression sous-caudale, ayant disparu peu à peu par atrophie, l'épithélium du cloaque et l'épiderme se sont adossés progressivement l'un à l'autre, d'avant en arrière, à partir du bouchon cloacal. La paroi inférieure du vestibule anal se trouve ainsi réduite

à une simple lame épithéliale, la *membrane anale*. La lumière du pédicule allantoïdien s'est élargie au niveau du point d'abouchement des conduits de Wolff et de Müller; un peu plus haut viennent s'ouvrir les uretères, et ainsi se trouve constitué le *sinus uro-génital*. Le trajet curviligne qui établissait au début la communication entre ce sinus et le rectum est encore indiqué par un certain nombre de lacunes ou de vacuoles disposées en série linéaire dans l'épaisseur de la masse épithéliale du bouchon cloacal.

Dans les stades suivants, on voit s'ouvrir successivement à l'extérieur le sinus urogénital, puis le rectum. Il nous serait difficile de préciser dès maintenant l'époque à laquelle s'effectue la perforation du bouchon cloacal, ayant observé à cet égard des variations qui tiennent probablement à une différence entre les sexes. Sur un embryon de 32 millimètres (que nous croyons devoir rattacher au sexe femelle), le sinus uro-génital s'ouvre librement à l'extérieur, et se continue sous forme de gouttière le long du bord inférieur ou cutané de la lame uréthrale. Par contre, chez un embryon mâle de 45 millimètres, le bouchon cloacal est encore entièrement plein.

Sur l'embryon de 38 millimètres, la membrane anale s'est déchirée ou plutôt semble s'être complètement détachée. Le rectum communique maintenant avec l'extérieur, mais on constate en même temps que l'emplacement de la membrane anale ne répond nullement au futur orifice anal : celui-ci n'est autre que l'orifice d'abouchement du rectum dans le vestibule anal.

D'après ce qui précède, on peut considérer au sinus urogénital une fois constitué et perforé, deux portions distinctes : 1° une portion supérieure ou allantoïdienne, creuse dès le début, recevant l'abouchement des uretères, des conduits de Wolff et de Müller, et 2° une portion inférieure ou cloacale, qui se prolonge par une gouttière à la face inférieure du tubercule génital. L'épithélium de la lame cloacale, de la gouttière uréthrale, et plus tard de la portion spongieuse du canal de l'urèthre chez le mâle, dérive ainsi directement de l'épithélium du bouchon cloacal. Chez la femelle, ce même épithélium fournit à toute la portion du vestibule comprise entre les bords libres des petites lèvres jusqu'au sommet du clitoris.

Suivant Rathke, la division du cloaque s'opérerait de la façon suivante (embryons de ruminants et de porc) : L'angle ou mieux le pli formé par l'union de la paroi inférieure du tube digestif avec la paroi supérieure du canal de l'urèthre, s'allonge progressivement en arrière, en même temps que les parois latérales du cloaque émettent deux plis longitudinaux qui s'unissent au précédent. Ainsi se trouve constituée une cloison à l'intérieur du cloaque, qui s'étend de plus en plus en dehors, et atteint l'orifice cloacal. D'autre part, les bords latéraux de l'ouverture cutanée du cloaque, dans leur portion répondant aux plis latéraux, se rapprochent l'un de l'autre, se fusionnent sur la ligne médiane et donnent naissance au périnée, qui s'unit dans la profondeur à la cloison cloacale et divise l'ouverture du cloaque en deux parties distinctes : l'une supérieure appartenant au tube digestif, l'autre inférieure réservée aux organes génito-urinaires. (*Abhandlungen zur Bildungs-u. Entwicklungsgeschichte d. Menschen u. d. Thiere*, Leipzig, I. Theil, III. Abth., 1832, pages 57, 63 et 64.)

Nous n'avons pu confirmer chez l'embryon de mouton cette description

acceptée dans son ensemble par tous les auteurs contemporains. Le raphé périnéal nous paraît se développer exclusivement aux dépens du repli périnéal. Ce repli forme d'abord le plafond du vestibule anal, puis il devient superficiel, lorsque les éléments de la membrane anale (plancher du même vestibule) se sont accolés à lui et en partie désagrégés. Plus tard, poursuivant son mouvement d'abaissement, il proémine au dehors et constitue le raphé médian du périnée.

2° *Porc.* — Les recherches que nous avons poursuivies chez le porc viennent confirmer en grande partie les faits précédents. Comme chez le mouton, la paroi antérieure du cloaque est représentée chez l'embryon de porc de 11 millimètres (fig. 13) par un amas plein de cellules épithéliales unissant l'endoderme à l'ectoderme. Dès cette époque, le *bouchon cloacal* (*membrane cloacale*) est aplati latéralement, et on peut lui donner le nom de *lame cloacale* ou *uréthrale*. L'excavation du cloaque reçoit sur sa paroi supérieure et d'avant en arrière le canal allantoïdien et le rectum[1]; en arrière et en bas, elle donne naissance à un court diverticule, rudiment de l'intestin post-anal ou caudal. La saillie du tubercule génital est à peine dessinée.

Sur un embryon de porc de 15 millimètres (fig. 14), le tubercule génital s'est soulevé, entraînant avec lui la lame uréthrale qui affecte les mêmes rapports que chez l'embryon de mouton. Les coupes transversales montrent, en effet, que cette lame s'étend sur la ligne médiane, depuis la base jusqu'au sommet du tubercule, et qu'elle figure une sorte de prolongement lamelliforme de l'ectoderme qui s'enfonce de bas en haut dans le tissu mésoblastique du tubercule jusqu'à la moitié de son épaisseur. Le repli périnéal s'est abaissé, et la cavité du cloaque ne persiste que comme un étroit canal curviligne contournant le bord inférieur du repli, et unissant le rectum à l'allantoïde; la paroi antérieure de ce canal est représentée par la lame uréthrale. L'intestin caudal a persisté en arrière.

Sur un embryon de 20 millimètres (fig. 15), le tubercule génital mesure une hauteur de 1,5 millimètre. L'éperon périnéal a poursuivi son mouvement d'abaissement, et s'est rapproché de la surface, en même temps que la dépression sous-caudale a augmenté de profondeur. La lame cloacale s'est soudée dans la profondeur à l'épithélium tapisssant la paroi antéro-inférieure de l'éperon, et le

1. L'embryon étant placé dans la station verticale, la face dirigée en avant.

canal allantoïdien se trouve ainsi séparé du rectum, dont la cavité se prolonge encore au-dessous de l'éperon. Nous continuerons à désigner ce dernier reste de la cavité cloacale sous le nom de *vestibule anal*; une simple membrane épithéliale (*membrane anale*) sépare le vestibule de l'extérieur. L'intestin post-anal s'est résorbé.

Sur un embryon de 25 millimètres, la membrane anale a disparu, et le rectum s'ouvre librement à la surface dans le prolongement de la dépression sous-caudale. Nous n'avons pu déterminer l'époque précise à laquelle le sinus urogénital allantoïdien s'ouvrait un trajet au travers de la lame uréthrale; il nous a semblé toutefois que cette époque était plus précoce chez la femelle que chez le mâle.

3° *Homme.* — La rareté des embryons humains appartenant au deuxième mois et en parfait état de conservation ne nous a pas permis d'étudier les premiers développements du tubercule génital chez l'homme. Toutefois l'examen que nous avons pu faire d'embryons de 24 et de 25 millimètres (fin du deuxième mois) nous permet de supposer que le mode de séparation de l'allantoïde et du rectum par abaissement du repli périnéal, et la formation de la lame cloacale entraînée dans le soulèvement du tubercule, ne diffèrent pas sensiblement de ce que nous avons pu constater chez le mouton et chez le porc.

Un premier embryon humain de 12,5 millimètres, macéré, nous présente une saillie génitale à peine accusée et située à 1,5 millimètre en avant de l'éminence coccygienne. La face inférieure de cette saillie est occupée par une goutttière qui se perd à la base dans l'excavation cloacale largement ouverte, probablement par suite de la desquamation du revêtement épithélial.

Sur un embryon de 24 millimètres *d*, dont les organes génitaux ont été représentés dans la fig. 3, nous avons pu décomposer le tubercule génital en coupes transversales depuis le sommet jusqu'à la base. Quatre de ces coupes (A, B, C, D), à des niveaux différents, reproduites dans la figure 17, montrent que la lame uréthrale se poursuit dans toute la longueur du tubercule. Le bourgeon qui en représente la section transversale diminue de longueur de la base au sommet; son épaisseur (diamètre transversal), sensiblement égale dans toute son étendue, est d'environ 45 μ.

Les coupes C et D intéressent la gouttière creusée dans le bord

cutané de la lame uréthrale, au niveau de la racine du tubercule génital.

Sur un embryon de 25 millimètres *b*, de même configuration extérieure, le tubercule génital mesure une longueur de 1, 5 millimètre (2 millimètres à partir de la cloison périnéale); son extrémité libre, légèrement renflée, affecte déjà l'aspect du gland. La fente urogénitale se prolonge sous forme de gouttière à la face inférieure du tubercule, mais se termine à la base du renflement balanique; en arrière, un léger pont transversal la sépare de la dépression anale.

La figure 16 représente une section sagittale et axile de l'extrémité inférieure de cet embryon. Le sinus urogénital et le rectum, séparés par le repli périnéal, s'ouvrent librement à l'extérieur et la lame uréthrale, prolongeant au dehors l'épithélium du sinus, s'étend à la face inférieure du tubercule jusqu'à son sommet. On se rendra aisément compte des dispositions de la lame uréthrale, en comparant entre elles les figures 16 et 17.

Sur le fœtus de 37 millimètres ♂ *a* (début du troisième mois, fig. 4 et 18), la lame uréthrale mesure, vers la partie moyenne du gland, à peu près le tiers du diamètre transversal de cet organe (300 μ); son épaisseur est d'environ 40 μ. L'épithélium pavimenteux stratifié qui tapisse la surface du gland est épais de 35 μ.

Nous observons chez le fœtus ♂ de 5,5/7 centimètres *a* (fig. 19) une disposition et une structure à peu près identiques.

4° *Formation du bourrelet anal chez l'homme.* — Si l'on examine la région anale chez un embryon humain au moment où la cloison périnéale, dans son mouvement d'abaissement, apparaît à l'extérieur, on remarque que l'anus est étiré en forme de fente transversale, ou du moins qu'il est bordé en arrière par un bourrelet transversal saillant. Ce bourrelet ne présente pas une surface unie, mais il supporte des tubercules saillants auxquels P. Reichel a donné le nom de *tubercules anaux* (Analhöcker). Ces tubercules seraient au nombre de deux, d'après P. Reichel, placés à l'origine symétriquement de chaque côté de la ligne médiane (cinquième semaine). Sur l'embryon de 24 millimètres *d*, représenté dans la figure 3, il existe trois tubercules anaux, un médian rudimentaire, et deux latéraux plus accusés. Sur des embryons un peu plus âgés (34 millimètres et 37 millimètres ♂), la fente anale n'est plus dirigée

transversalement, mais elle est verticale, limitée par un bourrelet en forme de fer à cheval ouvert en avant (fig. 4, 5 et 7).

Ces modifications du bourrelet anal ont été très nettement indiquées par Rathke dans le passage suivant concernant des embryons de ruminants et de porc : « Dès l'apparition de la cloison périnéale, on constate entre elle et la racine de la queue une sorte de fissure transversale qui, à un examen superficiel, semble répondre à l'orifice anal. Celui-ci n'occupe en réalité que la partie médiane de la fissure : il apparaît comme un petit orifice arrondi. Plus tard et probablement par suite du développement des sphincters, la fissure transversale s'efface et l'on voit s'élever au pourtour de l'anus un bourrelet annulaire au centre duquel se trouve l'orifice du rectum. » (*Loc. cit.*, page 64.)

P. Reichel explique ainsi la formation du bourrelet anal : « Le périnée résulte de la fusion sur la ligne médiane de formations doubles à l'origine qui s'élèvent de chaque côté du cloaque. Les tubercules anaux développés primitivement en arrière du cloaque se recourbent en avant, à mesure que progresse le développement, et viennent se mettre en rapport par leurs extrémités antérieures avec la partie postérieure des plis génitaux. Ces extrémités se fusionnent sur la ligne médiane avec les plis génitaux et supérieurement avec la cloison de Douglas, délimitant ainsi la portion anale du rectum. » (*Die Entwickelung des Dammes und ihre Bedeutung für die Enstehung gewisser Missbildungen*, *Zeitschrift f. Geburtshülfe und Gynäkologie*, 1887, XIV Bd., 1. Heft, page 92.)

Nous ne croyons pas pour notre part que les extrémités latérales du bourrelet anal, en se reployant en avant sur la ligne médiane, contribuent à la formation du périnée. Nous avons montré chez l'embryon de mouton que la cloison périnéale se formait exclusivement aux dépens de l'éperon ou repli périnéal, et que le raphé médian ne résultait pas de la soudure de bourrelets ou plis latéraux. D'autre part, chez l'embryon humain de 24 millimètres *d* (fig. 3), une cloison périnéale très nette sépare l'anus de l'orifice uro-génital, alors que le bourrelet anal postérieur est encore étiré transversalement. Entre les stades 24 et 37 millimètres, ce bourrelet anal s'incurve en forme de croissant ouvert en avant, en même temps que le périnée augmente d'épaisseur : il semble que la partie médiane du bourrelet anal se trouve refoulée ou, peut-être mieux, attirée en arrière par suite d'un accroissement inégal des

parties avoisinantes. En tout cas, ces modifications se produisent dans la profondeur, au-dessous du tégument externe, ainsi que Rathke l'avait déjà spécifié pour le développement des bourses.

Sur un fœtus de 11,5/17 centimètres ♂ *b*, nous trouvons le bourrelet anal constitué par trois lobes principaux, un lobe postérieur légèrement déjeté à droite et deux lobes latéraux. A ces trois lobes principaux, viennent se juxtaposer en avant, sur des fœtus plus âgés, deux petits lobes moins élevés, bordant de chaque côté l'extrémité antérieure de la fente anale qui se termine en arrière contre le lobe médian postérieur (fœtus 14/20,5 centimètres ♂ *a*, et 16/23,5 centimètres ♂ *b*). Ces deux petits lobes surajoutés paraissent s'être développés aux dépens de la cloison périnéale.

Les modifications précédentes du bourrelet anal se produisent dans les deux sexes.

II

Évolution du tubercule génital chez l'homme.

1° *Développement morphologique de la verge. Époques de fermeture de la gouttière et de la fente uro-génitales.* — C'est à peu près vers la fin du deuxième mois de la vie intra-utérine que s'achève le cloisonnement de la cavité cloacale et que se constitue le rudiment du périnée chez l'homme. Sur trois embryons de 24 millimètres *a* (fig. 2), de 24 millimètres *e* (fig. 1) et de 25 millimètres *a*, dont le tubercule génital mesure une longueur de 1,5 millim. sur une épaisseur de 1 millimètre, nous voyons la gouttière uréthrale se confondre en arrière avec une légère dépression transversale, sans qu'il soit possible de reconnaître un orifice cutané distinct répondant à l'anus. Chez quatre autres embryons de 23 millimètres *a*, de 24 millimètres *c*, de 24 millimètres *d* et de 25 millimètres *b*, le tubercule génital présente un développement un peu plus avancé. Sa longueur est d'environ 2 millimètres, et la gouttière, creusée à sa face inférieure, se termine à une faible distance du sommet légèrement renflé. D'autre part, un peu en arrière de l'extrémité postérieure de cette gouttière, on aperçoit une dépression transversale distincte que les coupes démontrent être l'orifice anal; l'épaisseur du périnée est d'environ 1/2 millimètre. Chez les quatre embryons qui précèdent, le tubercule génital est bordé latérale-

ment par deux petits bourrelets verticaux qui représentent le rudiment des bourses ou des grandes lèvres (plis cutanés longitudinaux, Tiedemann; replis cutanés, Bischoff; plis longitudinaux, Rathke; replis génitaux, Kœlliker).

Sur un fœtus ♂ de 37 millimètres *a* (début du troisième mois lunaire, fig. 4), la portion saillante de la verge possède une longueur totale de 2 millimètres; le gland nettement constitué mesure 1 millimètre de long sur 1 millimètre de large. La gouttière urogénitale se termine en avant au voisinage du gland; son extrémité postérieure est distante de 1/2 millimètre de l'orifice anal. Nous retrouvons les mêmes dispositions sur un second fœtus ♂ de 37/45 millimètres *a*.

Chez un fœtus ♂ de 4, 6/6 centimètres *a* (début du troisième mois, fig. 5), la gouttière uréthrale s'est refermée en arrière; les bourses se sont développées et le raphé médian, qui unit la gouttière au bourrelet anal, atteint maintenant une longueur de 2 millimètres. La figure 6 représente, d'après une photographie et en grandeur naturelle, la disposition des organes génitaux externes chez un fœtus ♂ de 5, 3/7 centimètres *a*.

Sur un fœtus ♂ un peu plus avancé de 5,5/7 centimètres *a* (milieu du troisième mois, fig. 7), l'occlusion de la gouttière uréthrale a continué de progresser d'arrière en avant, et l'on ne constate plus qu'une légère fissure longitudinale, au voisinage du gland intact. La longueur de la verge est de 2,5 millimètres, dont 1 millimètre pour le gland; son épaisseur est de 2 millimètres. A la face inférieure du gland et sur la ligne médiane, on remarque une légère crête longitudinale qui se termine par une sorte de houppe occupant le sommet même de l'organe.

Trois fœtus ♂ de 6/8, 5 centimètres *a*, de 6/8, 5 centimètres *b* (fig. 8) et de 6, 5/8, 5 *a* (fin du troisième mois) possèdent une conformation extérieure sensiblement analogue. Le gland est encore découvert, mais on commence à entrevoir le prépuce sous forme d'un bourrelet semi-lunaire embrassant en arrière et en haut la base du renflement balanique, ainsi qu'on peut facilement s'en rendre compte sur les coupes longitudinales. La longueur totale de la verge varie chez ces trois fœtus de 2 à 3 millimètres, son épaisseur de 1, 5 à 2 millimètres; la hauteur du gland est d'environ 1 millimètre. Les trois fœtus qui précèdent nous furent remis dans un état de macération assez avancé, et entièrement dépouillés de leur revê-

tement épidermique. Aussi l'ouverture du canal de l'urèthre affecte-t-elle la forme d'une large excavation irrégulièrement losangique, située au niveau de la couronne du gland, sur laquelle elle empiète légèrement par son sommet antérieur effilé.

Deux fœtus un peu plus âgés de 7/9, 5 centimètres *b* et *c* (fin du troisième mois) nous font assister aux premiers développements du prépuce. La longueur totale de la verge est d'environ 3 millimètres dont 1/2 à 1 millimètre pour la portion encore libre du gland; son épaisseur mesure 2 millimètres. La hauteur du gland est de 2,5 millimètres. L'ouverture du canal de l'urèthre a cheminé en avant: elle entaille le bord libre du prépuce, mais continue à respecter la portion du gland occupée par le mur épithélial. Les deux bords qui limitent la fente uréthrale et qui contribuent à former le frein se perdent en avant dans le tissu du prépuce.

Sur un fœtus ♂ de 8, 3/11 centimètres *a* (poids = 45 grammes, début du quatrième mois, fig. 9), la verge possède une longueur totale de 3 millimètres, sur une épaisseur moyenne de 2,5 millimètres. La hauteur du prépuce est de 1,1/4 millimètre, et celle du sommet libre du gland de 1/2 millimètre. Le prépuce présente comme précédemment, au niveau de son sommet, une fissure longitudinale dont les bords saillants se fusionnent en arrière pour se continuer avec le raphé médian de la verge et des bourses; en avant, ces bords se réunissent également sur la ligne médiane, et se confondent avec le mur épithélial du gland.

Sur un fœtus ♂ de 10,5/14,5 centimètres *a* (milieu du quatrième mois), la longueur de la verge s'élève à 3,5 millimètres dont 2,5 millimètres pour le gland; son épaisseur de 2 millimètres atteint au niveau du gland 2,5 millimètres. Le prépuce présente à sa face inférieure un raphé médian très prononcé, creusé d'une gouttière longitudinale, mais sans trace d'orifice uréthral. Le canal de l'urèthre vient s'ouvrir à l'extérieur vers l'extrémité du mur épithélial du gland (voy. plus loin : *développement du prépuce*). La fermeture de la gouttière uréthrale a donc devancé le développement du prépuce.

Enfin chez un fœtus ♂ de 11/16 centimètres *b* (fin du quatrième mois), le prépuce recouvre totalement le gland; toute trace de fissure à la partie inférieure de cette membrane a disparu.

2° *Développement de la portion balanique du canal de l'urèthre.* — Pendant le cours du troisième mois, la portion de la lame uré-

thrale qui répond au gland bourgeonne au dehors et forme à la face inférieure de cet organe une crête longitudinale, située dans le prolongement de la gouttière uréthrale et se terminant vers le sommet de la verge par une sorte de houppe saillante plus élevée. Nous donnerons à cette crête, qui rappelle par sa disposition l'épaississement épithélial du rebord des gencives chez le fœtus, le nom de *mur épithélial du gland* (*mur* ou *rempart balanique*).

Pendant le même mois, les deux bords de la fente, puis de la gouttière uro-génitale qui occupe le corps de la verge, convergent l'un vers l'autre sur la ligne médiane, se fusionnent entre eux, et transforment ainsi la gouttière en un canal longitudinal, le canal de l'urèthre (portion spongieuse). Cette soudure des deux bords de la gouttière uréthrale débute au niveau de la racine, contre la cloison périnéale, puis elle s'étend progressivement en avant, réduisant de plus en plus l'ouverture de l'urèthre à une simple *fente* ou *fissure uréthrale*. Vers la fin du troisième mois lunaire (fœtus 6/8, 5 centimètres *a* et *b*; 6,5/8,5 centimètres *a*; 7/9,5 centimètres *b* et *c*), au moment où s'accuse le premier soulèvement du prépuce, on remarque que la fente uréthrale, réduite à l'état d'un léger orifice avoisinant la base du gland, se prolonge en avant par une gouttière creusée dans le bord libre du mur épithélial. Cette gouttière balanique ne s'étend pas d'emblée jusqu'à l'extrémité du gland, mais elle progresse graduellement, au fur et à mesure qu'elle se ferme en arrière, pour constituer la portion balanique du canal de l'urèthre. Au début, la fente uréthrale semble évoluer parallèlement au prépuce, dont elle entaille le bord libre (fœtus de 8, 3/11 centimètres *a*, fin du troisième mois), mais vers le sommet du gland, où le mur épithélial présente un notable épaississement, on la voit cheminer plus rapidement que le prépuce, qu'elle finit par dépasser en avant (fœtus de 10,5/14,5 centimètres *a*, milieu du quatrième mois). Ce retard dans la croissance du prépuce nous explique la formation de la portion libre ou annulaire.

Ainsi que nous venons de le voir, la lumière de la portion balanique du canal de l'urèthre occupe au début exclusivement le mur épithélial; elle s'étend ensuite dans l'épaisseur de la lame épithéliale, de la base au sommet du gland. Sur le fœtus de 11/16 centimètres *b* (fin du quatrième mois), dont le gland est complètement recouvert par le prépuce, nous trouvons la disposition suivante : vers le sommet du gland, où le frein préputial fait défaut, la lame

épithéliale se continue directement avec la couche épithéliale interposée au gland et au prépuce (épithélium commun) ; elle est pleine dans toute son épaisseur. La lumière du canal de l'urèthre se présente sur les coupes transversales comme une légère fissure creusée en dehors de la lame épithéliale dans l'épithélium commun (répondant en ce point au mur épithélial). Vers le sommet du frein, le canal de l'urèthre se trouve logé dans le bord inférieur ou superficiel de la lame épithéliale; à ce niveau, la lame mesure en profondeur la moitié du diamètre du gland (580 μ); son épaisseur est de 130 μ. En se rapprochant de la base du gland, on voit la lame épithéliale diminuer progressivement de profondeur, en même temps que la lumière du canal de l'urèthre s'allonge et empiète de plus en plus sur la partie profonde de la lame. Il est presque inutile d'ajouter que la forme de la portion balanique du canal de l'urèthre, chez l'adulte, est en rapport avec celle de la lame épithéliale.

L'épithélium qui tapisse la gouttière uréthrale appartient, à l'origine, au type pavimenteux stratifié, mais il ne tarde pas à se modifier, au fur et à mesure que la gouttière se convertit en canal. Sur le fœtus de 10,5/14,5 centimètres *a* (milieu du quatrième mois), cet épithélium est devenu polyédrique stratifié, d'une hauteur de 30 μ. Sur le fœtus de 11/16 centimètres *b* (fin du quatrième mois), les cellules superficielles polyédriques ou arrondies bombent à l'intérieur du canal; elles sont devenues brillantes, réfringentes. Sur le fœtus de 13/19 centimètres *a* (début du cinquième mois), le canal de l'urèthre possède un chorion muqueux distinct du tissu ambiant. L'épithélium, au niveau de la couronne du gland, se rapproche de la forme prismatique stratifiée, surtout à la paroi inférieure du canal; les cellules superficielles continuent à présenter la modification colloïde signalée chez le fœtus précédent. Enfin sur le fœtus de 16/23 centimètres *c* (milieu du cinquième mois), l'épithélium est nettement prismatique à la paroi inférieure du canal, même au niveau de la portion libre du prépuce. Vers la couronne du gland, l'épithélium prismatique empiète latéralement sur l'épithélium pavimenteux stratifié et finit par tapisser toute la circonférence du canal; il donne naissance à des bourgeons glandulaires qui, chez le fœtus de 22, 5/35 centimètres *a* (fin du sixième mois), s'étendent jusqu'à la surface du tissu spongieux.

3° *Développement du sinus et de la valvule de Guérin.* — Le sinus

de Guérin, limité en bas par la valvule de même nom, se développe aux dépens du bord profond de la lame uréthrale, en regard de la base du gland, et figure au début une sorte de bourgeon plein qui se porte directement en arrière, à peu près parallèlement au canal de l'urèthre (fœtus de 7/9, 5 centimètres *b*; 8, 3/11 centimètres *a*). Sur le fœtus de 19/29 centimètres *a* (début du sixième mois), ce bourgeon se laisse suivre avec ses prolongements sur une centaine de préparations, c'est-à-dire mesure une longueur d'environ 4 millimètres. Absolument plein à son origine, il ne tarde pas à se creuser d'une cavité centrale tapissée par un épithélium pavimenteux stratifié, devenant prismatique dans la profondeur, et se termine par un bouquet de diverticules creux représentant autant de bourgeons glandulaires. Alors que l'épithélium des parois latérales et inférieure du canal de l'urèthre, au niveau de la base du gland, se transforme graduellement en épithélium prismatique stratifié, la paroi supérieure de ce canal qui répond au bord profond de la lame uréthrale, conserve beaucoup plus longtemps son revêtement primitif : le sinus de Guérin, prolongement direct de ce bord profond, se montre encore tapissé partiellement chez l'enfant de onze ans par un épithélium pavimenteux stratifié.

La lame uréthrale donne parfois naissance à deux bourgeons, ainsi que nous l'avons représenté sur le fœtus de 8/12 centimètres *a* (fig. 24). Un fœtus plus âgé, de 10,5/14,5 centimètres *a*, nous offre une disposition analogue.

4° *Développement du prépuce et du frein préputial.* — Ainsi que l'a montré Schweigger-Seidel (*Virchow's Arch.*, 1866), le prépuce apparaît vers la fin du troisième mois lunaire sous forme d'un bourrelet mésodermique annulaire qui s'élève progressivement de la base au sommet du gland, et finit par recouvrir complètement cet organe. Le prépuce ne décrit pas toutefois une circonférence complète au pourtour du gland, du moins dans les premiers stades de son développement, mais il présente à sa face inférieure et sur la ligne médiane une incisure répondant à la fente uréthrale ; en d'autres termes, le bourrelet préputial affecte, sur la coupe transversale, la forme d'un croissant dont les deux extrémités très rapprochées se continuent avec les lèvres de la fissure uréthrale. A mesure que la hauteur du prépuce augmente, les deux lèvres de la gouttière uréthrale, et par suite les deux extrémités du croissant préputial, convergent l'une vers l'autre et se fusionnent sur la ligne

médiane. Cette soudure débute au niveau de la couronne, puis elle se propage en avant, tandis que la fissure uréthrale qui entaille le bord libre du prépuce se rapproche de l'extrémité du gland. La gouttière uréthrale se trouve ainsi convertie en canal : ses deux lèvres réunies et fusionnées sur la ligne médiane constitueront le *frein du prépuce*. Ce double mouvement de fermeture en arrière et de progression en avant de la gouttière uréthrale, combiné avec l'allongement du prépuce, se continue jusqu'à ce que le gland soit à peu près recouvert aux trois quarts (fœtus de 10,5/14,5 centimètres *a*, milieu du quatrième mois, fig. 21). A ce moment, le canal de l'urèthre évolue plus rapidement : la gouttière uréthrale se referme en avant du prépuce, et cette membrane pourra désormais envelopper sous forme d'un anneau complet le sommet du gland (portion libre ou annulaire). Sur le fœtus de 11/16 centimètres *b* (fin du quatrième mois), cette portion annulaire ne déborde encore que faiblement le sommet du gland. Sur le fœtus de 19/29 centimètres *a* (début du sixième mois), elle occupe une hauteur de 40 préparations (2 millimètres).

A mesure que le bourrelet mésodermique qui constitue le prépuce s'allonge, l'épithélium qui en tapisse la face interne ou plus exactement le bord libre s'accole et se soude à l'épithélium qui revêt la surface du renflement balanique ; en réalité, ces deux épithéliums n'ont jamais été distincts, et le prépuce glisse en quelque sorte à la surface du gland. Pendant toute la période fœtale, le prépuce et le gland sont ainsi intimement unis par une membrane épithéliale commune, offrant la structure des épithéliums pavimenteux stratifiés (voy. Schweigger-Seidel, *loc. cit.*) : nous désignerons cette membrane sous le nom d'épithélium *balano-préputial*, *intermédiaire* ou *commun*. Nous observons sur plusieurs fœtus dont la verge a été décomposée en sections transversales, les particularités évolutives suivantes :

Fœtus de 7/9, 5 *centimètres b* (fin du troisième mois). Les cellules qui tapissent le bord libre du prépuce, et qui vont s'accoler à l'épithélium du gland, appartenant toutes au type pavimenteux, la disposition de l'épithélium commun est la suivante : on rencontre d'abord à la surface du gland une couche de cellules cylindriques, puis plusieurs plans de cellules polyédriques, et enfin superficiellement des cellules aplaties, en contact avec la face interne du prépuce. L'épithélium commun offre donc exactement la structure d'un

épithélium pavimenteux stratifié de la surface du gland au prépuce. L'épaisseur de cet épithélium est d'environ 50 μ; ses deux faces interne et externe sont absolument lisses.

Fœtus de 10/14 *centimètres a et de* 10/14 *centimètres d* (milieu du quatrième mois). Le gland est presque recouvert par le prépuce; l'épithélium commun mesure une épaisseur de 90 μ. L'amas épithélial qui coiffe l'extrémité du gland renferme quelques globes épidermiques.

Fœtus de 11/16 *centimètres b* (fin du quatrième mois). Le prépuce présente à sa face inférieure une sorte de crête ou de raphé médian, constitué en grande partie par un épaississement épithélial. Sa portion libre, qui déborde faiblement l'extrémité du gland, est bourrée de cellules épithéliales, au milieu desquelles on remarque sur la coupe transversale une légère fissure prolongeant la lumière du canal de l'urèthre. Vers le sommet des corps caverneux, le prépuce mesure une épaisseur de 400 μ, et la couche épithéliale commune (100 μ) commence à se limiter en dehors par une couche de cellules cubiques. Les globes épidermiques sont surtout abondants vers l'extrémité du prépuce; au niveau de la couronne, ils font entièrement défaut.

La peau des bourses montre les premières involutions des follicules pileux.

Fœtus de 19/29 *centimètres a* (début du sixième mois). La face externe de l'épithélium commun (épaisseur = 120 μ) est maintenant limitée par une couche de cellules cylindriques moins élevées toutefois qu'à la face interne. Les globes épidermiques abondants déterminent, en dehors, des saillies hémisphériques au niveau desquelles la couche cylindrique externe fait défaut. Le prépuce renferme de nombreuses fibres musculaires lisses, déjà apparentes chez le fœtus de 16/23 centimètres *c*.

Les follicules pileux de la peau des bourses émettent latéralement les bourgeons des glandes sébacées.

Fœtus de 22, 5/35 *centimètres a* (fin du sixième mois). Vers la base du gland, le prépuce est épais de 650 μ, et l'épithélium commun de 100 μ. Les saillies externes de l'épithélium sont tapissées en partie par une couche cylindrique.

Nous avons pratiqué sur cinq fœtus, au commencement du quatrième mois lunaire, des coupes sagittales et axiles de la verge. Il suffira de jeter un coup d'œil sur les figures 20 et 21, représentant

des sections transversales, pour comprendre combien il est difficile d'obtenir des coupes passant exactement par le plan médian antéro-postérieur, c'est-à-dire intéressant la lame uréthrale dans toute sa longueur et dans toute son épaisseur. Nous n'avons réussi que sur le fœtus de 8/12 centimètres *a*, dont nous représentons la section médiane du gland dans la figure 24. Les préparations portant sur les autres fœtus, quoique légèrement obliques, sont cependant intéressantes en ce qu'elles nous permettent de mesurer exactement la hauteur du gland et du prépuce, sur laquelle l'aspect extérieur de la verge ne nous donne que des indications imparfaites. Ainsi que le prouvent les mensurations suivantes, la portion saillante de la verge se trouve presque réduite au gland par suite de l'accroissement des bourses et des parties voisines. Sur la coupe longitudinale, le bord supérieur présente une convexité fortement accusée, tandis que le bord inférieur répondant au raphé médian suit une direction à peu près rectiligne : la verge dans son ensemble paraît recourbée en bas.

Fœtus..............	8/11 cent. *d.*	8/11,5 *d.*	8/12 *a.*	9,5/13 *c.*	10,5/15 *a.*
Longueur de la verge.	3 mill.	2 mill.	2,5 mill.	3 mill.	3 mill.
Epaisseur de la verge..	2 mill.	1,8 mill.	2 mill.	1.5 mill.	2 mill.
Longueur du gland....	1,5 mill.	1,2 mill.	2 mill.	2 mill.	2 mill.
Hauteur du prépuce...	à peine accusé.	0,72 mill.	1 mill.	1,3 mill.	gland presq. recouvert.

Les coupes longitudinales permettent aussi de nous rendre plus facilement compte de la manière dont se fait l'allongement du bourrelet préputial. L'épithélium pavimenteux stratifié qui recouvre la surface libre du gland, est très épais, mesurant sur le fœtus de 8/11 centimètres *d* une hauteur de 150 μ (voir aussi fig. 20, A et B). Le soulèvement mésodermique, qui représente le bourrelet préputial, enfonce son bord distal tranchant dans l'épaisseur de cet épithélium, et, cheminant progressivement de la base au sommet du gland, le décompose en deux lames, l'une profonde interposée au gland et au prépuce (épithélium balano-préputial), l'autre qui tapisse la face cutanée du prépuce. Ce mode de développement nous explique pourquoi la face externe de l'épithélium commun n'est pas limitée, du moins à l'origine, par une couche de cellules cylindriques ou cubiques analogues à celles qui se trouvent en contact avec la surface du gland. Parfois même, il n'existe en ce point aucune délimitation appréciable entre les éléments épithéliaux et les cel-

lules du feuillet moyen qui semblent avoir chevauché les uns sur les autres. Ce n'est que progressivement et à partir de la couronne qu'on voit se former en dehors une couche basilaire de cellules cubiques, isolant nettement l'épithélium balano-préputial du tissu mésodermique du prépuce. L'épithélium commun au gland et au prépuce reste fort longtemps indivis. D'après Bokai, sa division en deux lames, préputiale et balanique, ne s'opérerait que dans les premiers jours qui suivent la naissance.

A la surface du gland et sur les pièces où l'épithélium est conservé dans toute son épaisseur, la limite antérieure du prépuce est à peine appréciable à l'œil nu. Le prépuce peut même être complètement enfoui dans l'épithélium balanique, et ne se trahir au dehors par aucune différence d'épaisseur de la verge, dont le diamètre transversal diminue graduellement et régulièrement jusqu'au sommet du gland.

5° *Développement du gland et des corps caverneux.* — Le gland et les corps caverneux sont primitivement représentés par un tissu dense formé de petites cellules sphériques ou polyédriques, tassées les unes contre les autres et réunies par un peu de matière amorphe. M. Retterer nous a fait connaître récemment la structure intime de ce tissu, dans le développement d'un certain nombre de mammifères domestiques (*Soc. de biologie*, 25 juin 1887); sa description concorde entièrement sur ce point avec ce que nous avons pu observer chez l'homme.

Les corps caverneux sont reconnaissables dès l'origine à un tassement plus serré des éléments composants; sur les pièces colorées au picro-carmin (base du gland), ils tranchent par leur teinte rougeâtre sur le fond rosé du tissu du gland. Les vaisseaux sanguins y apparaissent aussi plus tardivement. Ainsi chez le fœtus de 37 millimètres *a* (début du troisième mois lunaire), le tissu du gland englobe déjà un réseau de capillaires en voie de développement, tandis que les corps caverneux en sont encore entièrement dépourvus. Sur le fœtus de 10,5/14,5 centimètres *a* (milieu du quatrième mois, injection naturelle), le gland est pénétré par de nombreux vaisseaux, en partie déjà dilatés, rayonnant de la surface des corps caverneux qui ne renferment encore que de rares capillaires. Il faut arriver jusqu'au milieu du cinquième mois (fœtus 16/23 centimètres *c*), pour trouver à l'intérieur des corps caverneux un réseau sanguin bien développé. Sur le fœtus de 22,5/35 centimètres (fin du

sixième mois), les capillaires de ce réseau présentent une notable dilatation, moins accusée toutefois que dans le corps spongieux : les mailles étroites mesurent à peine le diamètre des vaisseaux limitants.

A aucun stade du développement (troisième, quatrième et cinquième mois lunaire), la portion spongieuse proprement dite du canal de l'urèthre n'est enveloppée d'un tissu dense comparable à celui du gland ou des corps caverneux, alors que les capillaires du corps spongieux sont déjà parfaitement constitués sur le fœtus de 19/29 centimètres *a* (début du sixième mois). Des relations vasculaires s'établissent, il est vrai, entre le corps spongieux et le gland, mais ce dernier organe ne saurait être considéré, au point de vue embryologique, comme un simple renflement du premier.

III

Évolution du tubercule génital chez la femme[1].

1° *Développement morphologique du clitoris.* — C'est au cours du troisième mois lunaire que les organes génitaux externes acquièrent leur configuration définitive et que s'accentue nettement la différence des sexes. Chez un fœtus ♀ de 35/40 millimètres *a* (commencement du troisième mois), le tubercule génital mesure une longueur de près de 2 millimètres ; sa base est séparée de l'éminence coccygienne par une distance de 1 millimètre. Il est légèrement renflé à son extrémité, et sa face inférieure est occupée en grande partie par un sillon (gouttière uro-génitale) qui s'élargit en arrière. L'anus est visible sous forme d'une petite fissure transversale séparée par une mince cloison de l'extrémité postérieure de la fente génitale.

Sur des embryons ♀ du milieu du troisième mois (longueurs de 4,4/5,7 cent. *a* et de 5,3/6,7 cent. *a*), le gland est nettement distinct ; sa longueur, égale à celle du corps même du clitoris, est de 1 millimètre. En écartant les grandes lèvres qui se rejoignent presque sur la ligne médiane, au-dessous du clitoris, on découvre la fente uro-génitale qui commence à 1 millimètre en avant de l'anus et se prolonge à la face inférieure du clitoris où elle s'arrête à la base du gland.

1. Cons. la note de Kœlliker et Bender : *Zur Anatomie der Clitoris, Sitz. d. Würzbourger phys. med. Gesellschaft*, 1884.

Chez un embryon ♀ un peu plus développé (longueur de 5,5/7 centimètres *b*, fig. 10 et 25), le pont périnéal interposé à l'anus et à la fente uro-génitale atteint 1,5 millimètres. Le clitoris présente la même forme générale que le pénis d'un fœtus mâle de même longueur : c'est une sorte de mamelon conique supportant le renflement balanique. Mais, tandis que chez le mâle les deux lèvres de la fente uro-génitale ont déjà commencé à se souder au niveau de la racine de la verge, on voit persister chez la femelle une gouttière largement ouverte sur toute la longueur du clitoris. De même, les bourrelets cutanés destinés à former les bourses du mâle sont déjà réunis en arrière de la verge, et l'on distingue un raphé médian très accusé qui se prolonge à travers le périnée jusqu'à l'anus; chez le fœtus femelle, au contraire, les replis cutanés sont écartés et comme déjetés latéralement, et le raphé périnéal est beaucoup moins apparent.

A la fin du troisième mois (embryons ♀ de 7/9,5 cent. *a* et *d* et de 7,5/10,5 centimètres *a*), le corps du clitoris atteint 2 millimètres; le gland mesure 1 millimètre tant en longueur que dans sa plus grande épaisseur. La distance de la fourchette au sommet du gland est de 3 millimètres. On remarque l'accroissement des deux lèvres de la gouttière uro-génitale dont la saillie s'accentue, dessinant la première ébauche des nymphes. La face inférieure du gland présente une crête épithéliale longitudinale située sur le prolongement de la gouttière uro-génitale; l'extrémité antérieure de celle-ci ne dépasse pas encore la base du renflement balanique.

Sur un autre fœtus ♀ de mêmes dimensions (7,5/10,5 centimètres *b*, fig. 12 et 26), on aperçoit les premières traces du futur capuchon clitoridien sous forme d'un léger soulèvement à la base du gland; ce dernier, qui mesure à ce moment 1,5 millimètre, est encore à découvert sur les deux tiers de sa longueur. La gouttière uro-génitale s'étend jusqu'au bord libre du capuchon, et la crête épithéliale qui lui fait suite sur la partie non recouverte du gland déborde un peu le sommet de cet organe sous forme d'une petite saillie terminale.

Au commencement du quatrième mois (fœtus ♀ de 9/12,5 centimètres *a*), alors que le clitoris mesure 3 millimètres, et que son épaisseur à la base est de 2,5 millimètres, la gouttière uro-génitale se prolonge jusqu'au bord libre du capuchon qui recouvre presque entièrement le gland. Les petites lèvres se sont allongées, et les

grandes lèvres, de plus en plus développées, confinent par leur extrémité postérieure au bourrelet anal.

2° *Développement de la gouttière uro-génitale (portion pré-uréthrale du vestibule). Formation du capuchon clitoridien.* — Les premiers développements du clitoris chez la femme reproduisent entièrement ceux de la verge que nous avons indiqués plus haut. Comme chez le mâle, on observe à la face inférieure du gland pendant le troisième mois lunaire (fœtus de 5,5/7 *b*, fig. 25), une crête épithéliale longitudinale (mur ou rempart balanique) à laquelle répond également dans la profondeur une lame épithéliale s'étendant de la base au sommet de l'organe. Au moment où se soulève le capuchon du clitoris (fœtus ♀ 7,5/10,5 centimètres *b;* fin du troisième mois, fig. 26), la gouttière uréthrale qui jusqu'à cette époque avait respecté le gland, envahit l'extrémité postérieure du mur épithélial ; elle progresse ainsi, parallèlement au capuchon, mais ses deux lèvres ne se réunissent pas en arrière. Sur le fœtus ♀ de 9/12,5 centimètres *a* (début du quatrième mois), le gland est presque entièrement recouvert, et la gouttière uréthrale se prolonge jusqu'à l'extrémité du capuchon. La persistance chez l'adulte des dispositions anatomiques que nous constatons au début du quatrième mois, nous explique pourquoi le capuchon clitoridien de la femme présente une interruption à sa partie inférieure, alors que le prépuce s'étend, sans solution de continuité, sur tout le pourtour du gland chez l'homme.

A mesure que le capuchon se développe, il se soude intimement à la surface du gland du clitoris, comme le prépuce chez le mâle. La couche épithéliale interposée ou commune mesure chez le fœtus ♀ de 7,5/10,5 centimètres *b* (fin du troisième mois) une épaisseur de 60 μ ; sa structure est la même que chez le fœtus mâle du même âge. Sur le fœtus ♀ de 9/12,5 cent. *a* (début du quatrième mois), l'épithélium est épais de 75 μ, et sa face externe commence à se soulever en petits mamelons arrondis répondant à autant de globes épidermiques. L'adhérence du capuchon au gland persiste un certain temps après la naissance; nous trouvons ces deux organes encore intimement unis sur une fillette de trois ans.

3° *Développement de la glande clitoridienne* [1]. — M. Wertheimer a observé vers la base du gland une petite glande en grappe, à

1. Voy. F. Tourneux et Wertheimer, *Développement de la région vestibulaire et des glandes vulvo-vaginales et clitoridienne chez la femme, Soc. de biologie*, 19 août 1884.

laquelle il a donné le nom de glande clitoridienne (*Journ. de l'anat.*, 1883). Cette glande, dont le conduit excréteur venait déboucher exactement sur la ligne médiane, à la face inférieure du gland, se composait de trois petits lobules réunis en triangle, d'un volume total de 2 à 3 millimètres. Les culs-de-sac, d'un diamètre de 80 μ, étaient tapissés par une couche de cellules prismatiques transparentes (dites muqueuses), dont les noyaux seuls se coloraient par le carmin. Quant au canal excréteur, il était particulièrement remarquable par l'épaisseur de son revêtement épithélial (80 à 90 μ), comprenant sept à huit couches de cellules dont les plus superficielles étaient prismatiques. De petits lobules erratiques venaient s'ouvrir sur toute la longueur de son trajet jusqu'au voisinage de sa terminaison, où l'épithélium prenait le type pavimenteux stratifié, comme celui de la surface. M. Wertheimer n'a rencontré qu'une seule fois cette glande chez l'adulte, parmi les nombreux sujets de tout âge qu'il a examinés, mais on trouve presque constamment, en lieu et place du canal excréteur, un petit crypte muqueux à épithélium différent de celui de la surface.

Nous avons été assez heureux pour retrouver le bourgeon initial de cette glande ou de cette dépression tubuleuse sur les deux fœtus femelles de 9,5/12,5 centimètres *a* et de 12,5/17 centimètres *b*. Chez le premier, le bourgeon très rudimentaire ne mesurait en longueur que l'épaisseur de deux coupes ; chez le fœtus de 12,5/17 centimètres, il s'enfonçait profondément (près de 1 millimètre) dans la direction des corps caverneux, au-dessous desquels on apercevait sa section circulaire sur une dizaine de coupes. Sur ces deux fœtus, le bourgeon émané de l'épithélium de la gouttière uréthrale était entièrement plein et sans ramifications à sa terminaison profonde ; il rappelait entièrement par son origine, sa situation et sa structure, le bourgeon initial de la fossette de Guérin chez le mâle. La glande clitoridienne, lorsqu'elle existe, devra être ainsi assimilée aux glandules muqueuses qui viennent déboucher dans le fond et sur les parois du sinus de Guérin.

4° *Développement du gland et des corps caverneux du clitoris.* — Le gland et les corps caverneux de la femme sont constitués à l'origine par un tissu analogue à celui que nous avons signalé chez le mâle : dans la suite, les corps caverneux seuls deviennent érectiles; chez la femme adulte, le tissu fibro-vasculaire du gland

resté stationnaire offre à peu près la même structure que chez le fœtus mâle du septième mois.

5° *Modifications de l'épithélium du conduit uro-génital ou canal vestibulaire.* — L'épithélium qui tapisse au début le canal vestibulaire et la gouttière uro-génitale, est un épithélium pavimenteux stratifié dérivant directement, au moins dans sa plus grande étendue, de la membrane cloacale (bouchon cloacal, lame uro-génitale). Sur le fœtus ♀ de 7,5/10,5 centimètres *a* (début du quatrième mois lunaire), l'épithélium est devenu prismatique stratifié contre la paroi antérieure du canal vestibulaire, ainsi que dans le fond de la gouttière uréthrale. Sur le fœtus de 12,5/17 centimètres *b* (milieu du cinquième mois), le vestibule possède dans toute sa profondeur un revêtement prismatique stratifié, jusqu'à la base de la saillie hyménéale, où commence l'épithélium pavimenteux stratifié du vagin.

Ces modifications sont intéressantes à signaler, surtout si l'on considère que, chez la femme adulte, l'épithélium du vestibule et de la gouttière uro-génitale (portion pré-uréthrale du vestibule) retourne à l'état pavimenteux stratifié, tandis que, chez l'homme, l'épithélium de ce même vestibule (portions membraneuse et bulbeuse du canal de l'urèthre) conserve pendant toute la vie les caractères d'épithélium prismatique stratifié.

6° *Développement des glandes vulvo-vaginales.* — Le début de la formation des glandes vulvo-vaginales répond au troisième mois de la vie intra-utérine. Chez le fœtus ♀ de 4,4/5,7 centimètres *a* (milieu du troisième mois lunaire), ces glandes sont représentées par deux bourgeons pleins de l'épithélium du conduit uro-génital, mesurant une longueur de 120 μ sur une épaisseur de 60 μ. Chez le fœtus ♀ de 7,5/10,5 centimètres *a*, les glandes vulvo-vaginales figurent également deux longs cordons épithéliaux pleins, mais on commence à distinguer quelques ramifications à leur extrémité profonde. Chez le fœtus ♀ de 12,5/17 centimètres *b*, ces glandes sont notablement plus développées ; les culs-de-sac glandulaires sont maintenant nettement dessinés à l'état de bourgeons pleins, au nombre de 10 à 12 sur la coupe. Enfin sur le fœtus de 19/28 centimètres *a*, les glandes vulvo-vaginales se rapprochent par leur structure de ce qu'elles sont à l'époque de la naissance. Les culs-de-sac possèdent une lumière centrale limitée par une couche de cellules cylindriques claires d'une hauteur de 20 à 30 μ ; le diamètre des culs-de-sac

varie de 60 à 40 μ. Les conduits excréteurs viennent déboucher dans le sillon qui sépare les petites lèvres et l'hymen déjà nettement accusés: leur épithélium est prismatique stratifié, ainsi que celui de la région correspondante du vestibule.

Les observations précédentes concordent en tous points avec celles de H. V. Swiecicki (*Zur Entwickelung der Bartholinischen Drüse*, *Beitraege zur Morphologie und Morphogenie*, von Gerlach, 1883), qui a décrit les glandes vulvo-vaginales sur un fœtus mesurant 9,9 centimètres du vertex au coccyx, c'est-à-dire au début du quatrième mois lunaire. Les ramifications glandulaires étaient encore peu nombreuses et entièrement solides; seul le conduit principal était pourvu d'une lumière centrale tapissée par un épithélium cylindrique stratifié.

Dans un mémoire récent, F. van Ackeren a observé les glandes de Bartholin sur un fœtus à la fin du quatrième mois. Le canal excréteur présentait à son extrémité profonde cinq ramifications séparées par des cloisons conjonctives. Sur un fœtus plus âgé, au commencement du cinquième mois, les divisions principales avaient poussé des bourgeons secondaires; au sixième mois, la glande mesurait une épaisseur de 1 millimètre sur 1,8 millimètre (*Zeitschrift f. Wissenschaft. Zoolog.*, 1889.)

IV

Développement des glandules prostatiques dans les deux sexes.

Les glandes uréthrales de la femme ressemblent, à s'y méprendre, aux glandules prostatiques avortées qui, chez l'homme, occupent le col de la vessie et la portion inférieure du trigone. On les prendrait volontiers, à première vue, pour de simples dépressions de la surface muqueuse, pour de véritables sinus, si la composition de leurs parois ne s'écartait pas sensiblement de celle du revêtement épithélial de l'urèthre, et si l'étude de leur développement ne venait établir d'une façon indiscutable leur homologie avec les glandes prostatiques de l'homme (voy. F. Tourneux, *Sur la structure des glandes uréthrales chez la femme*, etc., Société de biologie, 28 janvier 1888). On les retrouve dans toute la longueur du canal de l'urèthre, mais elles sont plus nombreuses et plus développées au pourtour du méat urinaire, où elles atteignent, dans quelques cas, une longueur de 3 millimètres sur une épaisseur de 600 μ. On sait, d'ailleurs,

qu'elles peuvent être également le siège de la production de concrétions azotées ou sympexions (Virchow, *Prostata-concretionen beim Weib*, *Arch. f. path. Anat.*, 1853, tome V, page 403 [1]).

Le tableau suivant montre le développement comparatif de ces glandes dans les deux sexes.

Développement des glandes prostatiques

Chez le fœtus male.	Chez le fœtus femelle.
Fœtus 5/6,5 cent. *c* et 5,9/7,8 cent. *a* (milieu du 3e mois lunaire). On aperçoit les premiers bourgeons des glandes prostatiques sur les parois latérales du canal de l'urèthre au niveau du verumontanum (abouchement des conduits génitaux). Les bourgeons pleins mesurent une longueur de 130 μ.	*Fœtus* 7/9,5 cent. *d* (fin du 3e mois lunaire). Les bourgeons des glandules uréthrales sont à peine dessinés comme de légers épaississements de la paroi épithéliale du canal de l'urèthre qui proéminent dans le tissu sous-jacent.
Fœtus 8,3/11 cent. *a* (commencement du 4e mois). Quelques bourgeons glandulaires atteignent près de 400 μ de long.	*Fœtus* 9/12,5 cent. *a* (commencement du 4e mois). Les bourgeons sont à peine plus développés que chez le fœtus précédent.
Fœtus 10,5/14,5 cent. *a* (milieu du 4e mois). Les glandes prostatiques ont augmenté de nombre et de dimensions (longueur 700 μ, épaisseur 90 à 130 μ), en même temps que leurs parois se sont couvertes de bourgeons secondaires. Les plus volumineuses, ramifiées, laissent entrevoir une faible lumière dans leur canal excréteur.	*Fœtus* 12,5/17 cent. *b* (fin du 4e mois). Les bourgeons glandulaires sont répartis dans toute la hauteur du canal de l'urèthre, plus abondants et plus développés toutefois au voisinage de l'extrémité inférieure du cordon génital où ils occupent de préférence la paroi postérieure. Les plus accusés, légèrement ramifiés, mesurent
Fœtus 16/23 cent. *c* (milieu du 5e mois). Les glandules prostatiques ramifiées s'enfoncent dans les parois de l'urèthre à une	

1. A ces glandules uréthrales, paraissent devoir se rattacher deux conduits venant s'ouvrir contre le bord postérieur de l'orifice uréthral, de chaque côté de la ligne médiane. Ces conduits, mentionnés pour la première fois par Skene en 1880, existeraient dans la proportion de 80 pour 100, selon Kochs. Leur longueur varierait de 0,5 à 2 centimètres, et leur calibre permettrait l'introduction d'une sonde de 1 milimètre.

Un certain nombre d'observateurs (Kochs, Böhm, Wassilief, Valenti, Debierre) considèrent ces conduits comme représentant les extrémités inférieures ou distales des canaux de Wolff, comme de véritables canaux de Gartner; mais, ainsi que le remarque fort justement M. Schuller, ces conduits n'existent pas encore sur des fœtus humains de 10 à 20 centimètres, et, chez l'adulte, des glandules en tube viennent déboucher dans leur extrémité profonde, ce qui permettrait de les considérer comme de véritables canaux excréteurs de glandes uréthrales. Dohrn, Kœlliker et van Ackeren se sont rangés à cette opinion, émise pour la première fois par Skene. Aux considérations de structure invoquées par les auteurs qui précèdent, il convient d'ajouter que si les extrémités inférieures des canaux de Wolff persistaient dans le développement normal, chez la femme, ces extrémités déboucheraient à l'intérieur même du vagin et non dans le vestibule, en arrière par conséquent du bord libre de l'hymen. On sait, d'ailleurs, que, chez la vache adulte, les conduits de Wolff, persistant partiellement comme conduits de Gartner, ne s'ouvrent plus directement dans le sinus uro-génital, mais à l'intérieur même du vagin.

profondeur de 1,5 millim. Les conduits principaux sont pourvus d'une cavité encore étroite, mais leurs ramifications terminales sont toujours pleines.

Le tissu dans lequel plongent les ramifications glandulaires, dense, serré, présente une disposition réticulée surtout apparente à la périphérie, où l'on commence à distinguer les fascicules anastomosés des éléments musculaires lisses.

Fœtus 19/29 cent. *a* (début du 6ᵉ mois). La portion prostatique du canal de l'urèthre. au niveau de l'abouchement des canaux éjaculateurs, mesure un diamètre transversal de 6 millim.; les glandes prostatiques sont profondes de 2 millim. 2. Le réseau musculaire est nettement accusé.

Fœtus 35/50 cent. *a* (à terme). Le diamètre transversal de la prostate atteint 11 millim.; les glandes mesurent 5 millim. de long. La prostate se rapproche de la configuration qu'elle présente chez l'adulte. Les acini glandulaires sont maintenant dessinés et la plupart des culs-de-sac creusés d'une cavité centrale. L'épithélium prismatique épais de 18 μ est farci de fines granulations grisâtres.

une longueur de 400 μ environ sur une épaisseur de 60 à 65 μ; ils sont encore pleins dans toute leur étendue.

Fœtus 19/28 cent. *a* (début du 6ᵉ mois). Les glandules, assez nombreuses, atteignent une longueur de 600 à 700 μ sur une épaisseur de 80 à 130 μ. Elles sont creuses dans la partie qui répond au canal excréteur, mais leurs extrémités profondes sont toujours pleines; quelques-unes sont ramifiées.

Conclusions.

1° Chez l'embryon humain, la disjonction du rectum et du sinus uro-génital s'opère vers la fin du deuxième mois lunaire (embryons de 24 et de 25 millimètres). A cette époque, les deux conduits s'ouvrent librement à l'extérieur (anus et fente uro-génitale), et le tubercule génital, d'une longueur de 1 à 2 millimètres, renferme dans son épaisseur une lame épithéliale que les recherches chez le mouton et chez le porc permettent de rattacher à la membrane cloacale (bouchon cloacal) entraînée dans le soulèvement du tubercule. Cette *lame épithéliale* (*cloacale*, *uréthrale* ou *uro-génitale*), verticale et médiane, s'étend le long de la face inférieure du tubercule génital depuis la racine jusqu'au sommet, prolongeant ainsi à l'extérieur l'épithélium du sinus uro-génital; elle présente un bord profond, enfoui dans le tissu mésodermique du tubercule, et un bord superficiel ou cutané, adhérent au revêtement épidermique.

2° A la même époque ou peu après, on voit la fente uro-génitale se prolonger graduellement en avant sous forme d'une *gouttière* (*uréthrale*) qui se creuse dans le bord cutané de la lame uréthrale. Au commencement du troisième mois, cette gouttière règne dans toute la longueur du corps de la verge; le gland est respecté.

3° Pendant le cours du troisième mois, la portion de la lame uréthrale qui répond au gland, bourgeonne au dehors et forme le long de la face inférieure de cet organe une crête longitudinale (*mur* ou *rempart épithélial du gland*) qui se termine vers le sommet par une houppe plus élevée. Cette formation s'observe dans les deux sexes.

4° Vers la fin du deuxième mois (embryons de 24 et de 25 millimètres), la dépression anale est limitée en arrière par un bourrelet dirigé transversalement. Entre les stades 24 et 37 millimètres, les deux extrémités de ce bourrelet s'incurvent en avant et s'accolent sur la ligne médiane; le bourrelet devient annulaire, mais présente encore fort longtemps une fissure à sa partie antérieure.

Fœtus mâle.

5° Pendant le troisième mois, chez l'homme, les deux bords de la fente uro-génitale, puis de la gouttière uréthrale, convergent et se fusionnent sur la ligne médiane, donnant ainsi naissance à la portion spongieuse du canal de l'urèthre. Cette soudure qui débute en arrière, contre la cloison périnéale, s'étend progressivement en avant, réduisant de plus en plus l'ouverture du canal de l'urèthre à l'état d'une fente ou fissure longitudinale (*fente* ou *fissure uréthrale*).

6° Au moment où s'accuse le premier soulèvement préputial (fin du troisième mois lunaire), la fente uréthrale avoisinant la base du gland se prolonge en avant par une gouttière creusée dans le bord libre du mur épithélial. Cette gouttière progresse graduellement, au fur et à mesure qu'elle se referme en arrière, pour constituer la portion balanique du canal de l'urèthre.

7° A l'origine, l'épithélium de la gouttière uréthrale appartient au type pavimenteux stratifié. Vers le milieu du cinquième mois, cet épithélium est devenu prismatique contre la paroi inférieure du canal de l'urèthre, dans la région du gland. Plus en arrière, l'épithélium prismatique empiète latéralement sur l'épithélium pavimenteux stratifié et ne tarde pas à tapisser toute la circonférence du canal. Il donne naissance à des bourgeons glandulaires qui, à la fin du sixième mois, se prolongent jusqu'à la face externe du tissu spongieux.

8° Le sinus de Guérin (limité en bas par la valvule de ce nom) se développe vers la fin du troisième mois sous forme d'un bourgeon

plein émané du bord profond de la lame uréthrale au niveau de la base du gland. Au commencement du sixième mois, ce bourgeon se creuse dans sa partie profonde d'une cavité centrale; il se termine par un bouquet de diverticules glandulaires.

9° Le prépuce apparaît vers la fin du troisième mois lunaire comme un bourrelet mésodermique qui s'élève progressivement de la base au sommet du gland. Le bourrelet préputial chemine dans l'épaisseur de l'épithélium qui recouvre primitivement le gland, et décompose cet épithélium en deux lames, l'une externe qui formera l'épiderme du prépuce, l'autre profonde interposée au gland et au prépuce (épithélium balano-préputial).

10° Le bourrelet préputial est interrompu à la face inférieure du gland et sur la ligne médiane par la fissure uréthrale, avec les bords de laquelle il se continue. A mesure que la hauteur du prépuce augmente, les deux bords de la fissure uréthrale, et, par suite, les deux extrémités du croissant préputial se réunissent et se fusionnent sur la ligne médiane de bas en haut, pour constituer le frein préputial.

11° Vers le milieu du quatrième mois, au moment où le gland est recouvert aux trois quarts par le prépuce, la fissure uréthrale, progressant plus rapidement que le prépuce, se referme en avant du bord antérieur de cette membrane. Le prépuce peut alors développer sa portion libre ou annulaire.

12° Il résulte du mode de soulèvement et d'accroissement du prépuce, que l'épithélium commun, interposé entre cette membrane et le gland, n'est pas limité au début en dehors par un plan de cellules cubiques ou cylindriques. Ce n'est que progressivement et à partir de la couronne qu'on voit se former à la face externe de cet épithélium une couche basilaire dont les éléments augmentent peu à peu d'épaisseur. Cette modification ou substitution épithéliale s'opère du quatrième au sixième mois lunaire.

13° Vers la fin du cinquième mois, la face externe de l'épithélium balano-préputial se soulève en saillies arrondies, répondant à autant de globes épidermiques : la production de ces globes paraît progresser du sommet à la base du gland.

L'épithélium balano-préputial reste indivis jusqu'à l'époque de la naissance.

14° Le gland et les corps caverneux sont primitivement représentés par un tissu dense de petites cellules serrées les unes contre les

autres et réunies par un peu de matière amorphe. Le corps spongieux de l'urèthre n'est précédé à aucun stade du développement (troisième, quatrième et cinquième mois lunaire) par un tissu analogue; on ne saurait donc considérer le gland, au point de vue embryologique, comme un simple renflement de cet organe.

Fœtus femelle.

15° Contrairement à ce qui se produit chez le mâle, les deux bords de la gouttière uro-génitale ne se réunissent pas sur la ligne médiane. La gouttière uro-génitale ainsi persistante formera chez la femme adulte la portion pré-uréthrale du vestibule, et ses bords constitueront les petites lèvres.

16° Au moment où se soulève le capuchon du clitoris, vers la fin du troisième mois, la gouttière uro-génitale envahit le mur épithélial du gland, mais, de même qu'au niveau du corps du clitoris, ses deux lèvres restent isolées l'une de l'autre.

La persistance chez l'adulte de cette disposition nous explique pourquoi le capuchon clitoridien présente une interruption à sa partie inférieure : la gouttière uro-génitale (portion pré-uréthrale du vestibule) s'étend jusqu'au sommet du renflement balanique.

17° Dans le cours du quatrième mois, le capuchon recouvre entièrement le gland. L'épithélium interposé ou commun à ces deux organes présente les mêmes modifications évolutives que chez le mâle : on y remarque de même la présence de nombreux globes épidermiques déterminant l'aspect mamelonné de la face externe.

L'adhérence du capuchon au gland persiste encore dans les premières années qui suivent la naissance.

18° Le développement de la glande clitoridienne est identique à celui du sinus de Guérin chez le mâle; les différents lobes de cette glande doivent ainsi être assimilés aux glandules qui viennent déboucher dans le fond et sur les parois du sinus de Guérin.

19° Les glandes vulvo-vaginales débutent dans le cours du troisième mois sous forme de bourgeons solides émanés de l'épithélium du conduit uro-génital.

20° Les glandes uréthrales (prostatiques) apparaissent plus tardivement et évoluent plus lentement chez le fœtus femelle que chez le mâle. La structure de ces glandes, chez la femme adulte, répond à celle qu'on observe chez le fœtus mâle du cinquième au sixième mois.

Explication des planches VIII à XIII.

Indications générales.

a, anus; — *bc*, bouchon cloacal; — *ca*, canal de l'allantoïde; — *cc*, corps caverneux; — *cl*, cloaque; — *cu*, canal de l'urèthre; — *cv*, colonne vertébrale; — *c W*, canal de Wolff; — *ebp*, épithélium balano-préputial; — *ec*, éminence coccygienne; — *ep*, épiderme; — *fug*, frein du prépuce; — *fug*, fente ou fissure uro-génitale (ouverture cutanée du sinus uro-génital); — *gl*, gland du tubercule génital (verge ou clitoris); — *gu*, gouttière uro-génitale; — *ic*, intestin caudal; — *lu*, lame uro-génitale ou uréthrale; — *ma*, membrane anale; — *mb*, mur épithélial du gland (balanique); — *me*, moelle épinière; — *p*, cavité péritonéale; — *pl*, petites lèvres; — *pr*, prépuce du gland (verge ou clitoris); — *r*, rectum; — *rmv*, raphé médian de la verge; — *rp*, repli ou éperon périnéal; — *sG*, sinus de Guérin; — *su*, sinus uro-génital; — *tg*, tubercule génital.

PLANCHE VIII.

Les figures I et VI sont des reproductions de photographies, grandeur naturelle. Les autres figures montrent les organes génitaux externes chez quelques fœtus humains mâles à un grossissement de 6 diamètres.

Fig. 1. — Embryon humain de 24 millimètres *e* (grandeur naturelle). L'ouverture du sinus uro-génital qu'aucune cloison superficielle ne sépare encore de l'anus, se prolonge par une gouttière à la face inférieure du tubercule génital. De part et d'autre de ce tubercule, on remarque les plis génitaux, et, en arrière, la saillie de l'éminence coccygienne.

Fig. 2. — Embryon de 24 millimètres *a* (gr. 6/1); même disposition que chez l'embryon précédent de même longueur.

Fig. 3. — Embryon de 24 millimètres *d* plus développé (gr. 6/1).

La cloison périnéale sépare l'anus de la fente uro-génitale et de la gouttière uréthrale qui règne en avant jusqu'à la base du renflement balanique. La dépression anale située transversalement se trouve limitée en arrière par un bourrelet pourvu de trois tubercules.

Fig. 4. — Fœtus ♂ de 37 millimètres *a* (gr. 6/1). La verge est bien constituée; sa face inférieure est occupée dans toute sa longueur par la gouttière uréthrale qui communique en arrière avec le sinus uro-génital, et qui se termine en avant contre la base du gland. Le périnée a augmenté d'épaisseur et les extrémités internes des plis cutanés génitaux (bourses) se rapprochent sur la ligne médiane. Les extrémités externes du bourrelet anal se sont incurvées en avant : la fente anale affecte maintenant une direction verticale.

Fig. 5. — Fœtus ♂ de 4, 6/6 centimètres *a* (gr. 6/1). Les deux bords de la gouttière uréthrale se sont fusionnés à la partie postérieure de la verge. Un raphé médian nettement accusé réunit la gouttière au bourrelet anal.

Fig. 6. — Fœtus ♂ de 5, 3/7 centimètres *a*, d'après une photographie (grandeur naturelle).

Fig. 7. — Fœtus mâle de 5, 5/7 centimètres *a* (gr. 6/1). La fermeture de la gouttière uréthrale a progressé en avant. L'ouverture cutanée du canal de l'urèthre figure une fente longitudinale occupant la moitié de la longueur du corps de la verge, et se terminant en avant contre la base du gland intact. A la face inférieure du renflement balanique, et dans le prolongement de la fente uréthrale, on aperçoit une crête longitudinale (mur épithélial balanique) qui aboutit au sommet de l'organe à une sorte de houppe terminale.

Fig. 8. — Fœtus mâle de 6/8, 5 centimètres *b* (gr. 6/1). La verge macérée et dépourvue de son revêtement épithélial montre la fente uréthrale largement ouverte à la base du gland sur lequel elle empiète par son extrémité antérieure effilée. Le bourrelet préputial commence à s'accuser.

Fig. 9. — Fœtus mâle de 8, 3/11 centimètres *a* (gr. 6/1). Le prépuce recouvre le gland aux deux tiers. La fente uréthrale a cheminé en avant; en même temps que le bord antérieur du prépuce qu'elle entaille elle se prolonge en avant par le mur épithélial balanique, en arrière par le raphé médian de la verge et des bourses.

PLANCHE IX.

Fig. 10. — Organes génitaux externes chez le fœtus humain femelle de 5, 5/7 centimètres *b* (gr. 6/1). La fente uro-génitale occupe toute la longueur du corps du clitoris. Elle se continue en avant, à la face inférieure du gland, par le mur épithélial; en arrière, elle se prolonge à une petite distance, entre les extrémités internes des replis génitaux cutanés (grandes lèvres).

Fig. 11. — Organes génitaux externes chez le fœtus humain femelle de 6/8, 5 centimètres *c*, d'après une photographie grandeur naturelle.

Fig. 12. — Organes génitaux externes chez le fœtus humain femelle de 7, 5/10, 5 centimètres *b* (gr. 6/1). On aperçoit les premières traces du capuchon clitoridien; la gouttière uro-génitale s'étend jusqu'au bord antérieur du capuchon.

Fig. 13. — Section sagittale et axile de l'extrémité postérieure sur un embryon de porc long de 11 millimètres (gr. 20/1).

Fig. 14. — Section sagittale et axile du tubercule génital sur un embryon de porc long de 15 millimètres (gr. 20/1).

Fig. 15. — Même section sur le tubercule génital d'un embryon de porc long de 20 millimètres (gr. 20/1).

Fig. 16. — Section sagittale et axile de l'extrémité postérieure sur un embryon humain long de 25 millimètres (*b*), dont les organes génitaux offrent la même configuration extérieure que chez l'embryon de 24 millimètres *d* représenté dans la figure 3 (gr. 20/1.)

PLANCHE X.

Fig. 17. — A, B, C, D. Quatre sections transversales du tubercule génital sur l'embryon humain de 24 millimètres *d* (voy. fig. 3), prise à des niveaux différents, du sommet à la base. Ces coupes montrent la lame uréthrale (*lu*) s'enfonçant comme une sorte de bourgeon glandulaire dans le tissu mésodermique du tubercule; le bord cutané de cette lame présente en C et en D une échancrure répondant à la gouttière uréthrale (gr. 20/1).

Fig. 18. — A, B, C. Trois sections transversales du tubercule génital sur le fœtus humain ♂ de 37 millimètres (voy. fig. 4); les sections A et B intéressent le gland, la section C le corps même de la verge.

Fig. 19. — A, B, C, D, E. Cinq sections transversales du tubercule génital sur le fœtus humain ♂ de 5, 5/7 centimètres *a* (voy. fig. 7). Les sections A et B intéressent le gland; les sections C et D la portion attenante du corps de la verge encore pourvue de la gouttière uréthrale, et la section E l'extrémité postérieure de la verge avec le canal de l'urèthre (gr. 20/1). La gouttière uréthrale de la coupe C a été représentée en F au grossissement de 80 diamètres.

PLANCHE XI.

Fig. 20. — A, B, C, D, E, F, G. Sept sections transversales de la verge sur le fœtus humain de 8, 3/11 centimètres *a* (voy. fig. 9) (gr. 20/1).

Les coupes A et B portent sur l'extrémité du gland, non encore recouverte par le prépuce, on y remarque la lame uréthrale ainsi que le mur balanique échancré en B. L'épiderme qui enveloppe le gland est très épais.

Les coupes C et D intéressent le gland au niveau du bord libre du prépuce. Sur la coupe D, les deux bords de la gouttière uréthrale se continuent directement avec le prépuce.

Les coupes E et F intéressent la base du gland : le canal de l'urèthre est entièrement clos. Sur la coupe F, on remarque le bourgeon du sinus de Guérin (*sG*). La coupe G porte sur le corps même de la verge.

PLANCHE XII.

Fig. 21. — A, B, C. Trois sections transversales de l'extrémité du gland sur le fœtus humain ♂ de 10, 5/14, 5 centimètres *a* (gr. 20/1). Les coupes A et B intéressent le sommet encore libre du renflement balanique; la coupe C passe par le bord antérieur du prépuce. La gouttière uréthrale creusée dans l'épaisseur du mur épithélial sur la coupe A, s'est refermée sur la coupe B, en avant par conséquent du prépuce.

Fig. 22. — A, B. Deux sections transversales de l'extrémité du gland sur le fœtus humain ♂ de 13/19 centimètres *a* (gr. 20/1). La coupe A intéresse la portion annulaire du prépuce; la lumière du canal de l'urèthre est creusée à l'union de la lame uréthrale et de la couche épithéliale interposée au gland et au prépuce. La coupe B intéresse l'extrémité antérieure du frein préputial.

Fig. 23. — Section transversale du gland sur le fœtus humain ♂ de 16/23 centimètres *c* (gr. 20/1). La lumière du canal de l'urèthre a envahi toute l'épaisseur de la lame uréthrale, et l'épithélium balano-préputial s'est soulevé par sa face externe en mamelons arrondis renfermant des globes épidermiques.

Fig. 24. — Section longitudinale de la verge sur le fœtus humain ♂ de 8/12 centimètres *a* (gr. 20/1). La lame uréthrale émet par son bord postérieur et à la racine du gland deux bourgeons initiaux du sinus de Guérin.

PLANCHE XIII.

Fig. 25. — Trois sections transversales du clitoris sur le fœtus ♀ de 5, 5/7 centimètres *b* (voy. fig. 10) (gr. 20/1). Les coupes A et B intéressent le gland; la coupe C intéresse le corps du clitoris creusé à sa face inférieure de la gouttière uro-génitale dont les deux bords vont constituer les petites lèvres.

Fig. 26. — A, B, C, D, E. Cinq sections transversales du clitoris sur le fœtus ♀ de 7, 5/10, 5 centimètres *a* (voy. fig. 12) (gr. 20/1). La coupe A passe par le sommet libre du gland, les coupes B, C, D, par la portion du gland recouverte par le capuchon; la coupe D avoisine la base du gland. La coupe E intéresse le corps du clitoris.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE

DES ESPACES PORTES DU FOIE

CHEZ QUELQUES VERTÉBRÉS

Par Alexandre PILLIET

Aide-préparateur d'histologie à la Faculté de médecine de Paris.

Il existe dans le foie d'un certain nombre de vertébrés, les reptiles et les batraciens surtout, un système de cellules d'aspect mésodermique, groupées en trois régions principales. C'est d'abord autour des veines portes où elles peuvent former des amas rappelant par leur aspect celui des corpuscules de Malpighi de la rate; c'est ensuite entre les travées de cellules hépatiques, sur le trajet des capillaires et enfin c'est sous la capsule même du foie que l'on trouve ces éléments. Ils sont toujours accompagnés de formations pigmentaires, en sorte qu'ils paraissent en rapport constant avec l'élaboration du pigment. En étudiant un certain nombre d'animaux variés, on voit tout le système diminuer, se mêler de plus en plus de cellules à pigment, puis leur faire place. Les chromoblastes qu'on trouve dans le foie de la grenouille vulgaire, par exemple, paraissent donc être un reste de ce système, qui se trouve très développé chez d'autres batraciens. Nous nous proposons, dans les pages suivantes, de le décrire chez quelques animaux où il est typique. Nous décrirons ensuite brièvement une disposition particulière des voies biliaires dans le foie de certains poissons.

Chez les vertébrés inférieurs, le foie est très souvent gras, comme l'on sait. C'est une très mauvaise condition pour l'observation; tout est masqué, et même en dissolvant la graisse et en montant les coupes au baume de Canada, on ne peut avoir la netteté des préparations faites sur les foies sans surcharge graisseuse. C'est donc

surtout à ces derniers qu'il faudra s'adresser, et il existe une grande part de hasard dans cette recherche. C'est là ce qui explique l'état peu avancé de nos connaissances sur le foie des poissons par exemple.

La technique que nous avons suivie est des plus simples, coupes fines, coloration par le picro-carmin, par l'hématoxyline éosinée, par l'éosine et le carmin d'alun employés successivement; montage dans la glycérine et dans le baume de Canada. Nous pensons qu'il est toujours avantageux d'avoir des pièces à la glycérine pour vérifier certains détails noyés dans la réfringence du baume.

Nous décrirons d'abord le foie des batraciens, au point de vue qui nous occupe, puis celui des chéloniens, et nous terminerons, comme nous l'avons dit, par celui des poissons. Un certain nombre des pièces que nous décrirons proviennent du laboratoire d'Anatomie comparée du Muséum et ont été faites alors que nous étions préparateur de M. le professeur G. Pouchet, que nous remercions de son obligeance constante.

I. — *Cécilie lombricoïde.* — Les coupes transverses totales du foie, chez ce batracien, comprenant l'un des lobes de l'organe, ont la forme d'un croissant dans lequel on aperçoit quatre espaces portes avec leur contenu. Ils occupent le centre de la coupe et sont réunis par un même stroma. Ils forment donc une traînée d'où rayonnent les capillaires se rendant à la périphérie. Les veines portes y sont très larges et accompagnées de canaux biliaires à cellules prismatiques claires. Mais ces deux ordres de vaisseaux sont englobés dans une masse cellulaire où les noyaux paraissent très abondants et très serrés. Cette masse est visible à l'œil nu. Elle offre des contours irréguliers parce qu'elle présente à sa périphérie des prolongements qui s'engagent entre les glandes et paraissent accompagner les capillaires. Comme constitution, on trouve sur certains points un stroma de fibres conjonctives au contact du gros vaisseau sanguin ou biliaire, mais dans le plus grand nombre des points les cellules paraissent tassées les unes contre les autres plutôt que séparées par un réticulum vrai. Elles sont polygonales, avec un corps cellulaire clair fort petit et un gros noyau sphérique, nucléolé. Au milieu de ces éléments s'en voient d'autres, plus volumineux et chargés d'une quantité plus ou moins considérable d'un pigment jaune ocreux, assez foncé. Mais ces dernières cellules sont beaucoup moins abondantes. L'espace porte est

donc englobé par ces cellules. Nous allons à un degré de plus, ces cellules ne sont plus contenues dans la gaine du vaisseau, mais forment un petit îlot isolé au milieu des glandes, et qui a l'aspect d'un corpuscule de Malpighi de la rate. On y retrouve les cellules pigmentaires, mais elles sont là beaucoup plus abondantes. Il y en a constamment dans ces îlots. Les unes sont fusiformes ou rondes, plus volumineuses toujours que les éléments polygonaux et infiltrées de pigment roux qui respecte leur noyau. Les autres forment des corps anguleux et irréguliers, parfois de véritables masses à contour déchiqueté, à contenu presque noir, où l'on ne peut retrouver de noyau. Ce sont plutôt des amas de pigment que des cellules encore distinctes. Cette dernière forme est en tout comparable aux corpuscules pigmentaires du foie de la grenouille par exemple.

La capsule du foie présente une mince membrane à double contour doublée extérieurement de cellules plates. Au-dessous d'elle existe une couche de cellules polygonales serrées sur huit ou dix rangs d'épaisseur. Elle est découpée à sa partie profonde, car elle fournit des prolongements qui suivent les vaisseaux entre les cordons de cellules hépatiques. Les cellules pigmentaires y sont assez abondantes, mais comme autour des espaces portes elles ne se voient pas à l'état de chromoblaste ou de grosse masse irrégulière. En résumé, il existe un système de grosses cellules polygonales au centre du foie autour des vaisseaux biliaires et portes. Le même se retrouve avec les mêmes caractères sous la capsule. Entre les deux et les reliant, nous trouvons les capillaires présentant sur leur parcours des amas semblables, mais beaucoup plus petits. De plus il existe des cellules pigmentaires peu développées dans les deux premiers systèmes, mais qui dans le système intermédiaire forment des chromoblastes, et ces éléments pigmentaires toujours moins abondants que les autres semblent en dériver ou tout au moins s'organiser à leur contact.

Nous avons retrouvé des granulations péri-portes semblables à celles de la cécilie, mais beaucoup moins volumineuses chez le bar de mer. En général chez les poissons, surtout chez la lamproie, les cellules pigmentées apparaissent au contact immédiat des veines. Une disposition semblable, une infiltration des cellules de l'espace porte et surtout des canaux biliaires existait aussi chez un canard de six mois, bien portant et tué pour l'examen, ainsi que sur un busard tué d'un coup de fusil.

A l'état pathologique on rencontre chez les mammifères des amas semblables d'aspect; dans les lésions du tube digestif s'accompagnant d'une infection secondaire du foie, il existe de ces amas autour des espaces portes; mais le plus souvent ils n'entourent pas tout l'espace; ils lui sont excentriques. Un embolus infectieux, tuberculeux par exemple, arrivant dans le foie, n'obstrue pas la veine porte en général, mais les capillaires dans lesquels il s'engage. Le nodule inflammatoire auquel il donne naissance sera donc disposé sur un point de l'espace porte, mais non pas en anneau complet. Ajoutons que nous avons constaté une infiltration semblable sur le foie d'un renard auquel on avait sectionné le pneumogastrique droit. Mais dans ce cas, comme dans tous les cas pathologiques d'ailleurs, les éléments nouveaux ne paraissent pas être en rapport avec la formation de pigment. Dans le foie des nouveau-nés humains on trouve d'une façon inconstante des amas cellulaires dans les espaces de Kiernan. Ils sont bien distincts des îlots de petites cellules rondes signalés par Toldt et Zucker Kandl. Ils sont disposés dans le tissu conjonctif de l'espace, entre les faisceaux, et n'ont pas cet aspect de corpuscules de la rate sur lequel nous avons insisté.

Le *protée de la Carniole* présente à l'œil nu un foie très pigmenté. C'est au point que Leydig [1] évalue la masse des cellules pigmentaires à la moitié du volume de l'organe. Si l'on examine une coupe transverse comprenant la totalité de la languette inférieure du foie, on voit qu'elle a la forme d'un croissant. La veine porte entourée de nombreux canaux biliaires à épithélium cubique occupe la concavité du croissant. Les cordons hépatiques flexueux, ondulés et ramifiés, vont de ce point à la périphérie de la coupe. Ces cordons sont ici pleins, formés d'éléments polygonaux volumineux, à noyaux énormes; on sait que les cellules du protée ont en général des dimensions colossales. Il n'existe pas d'amas corpusculaires autour de la veine porte, ni sous la capsule; tout le tissu interposé aux éléments parenchymateux se trouve distribué autour des capillaires et dans ceux-ci. Les cordons hépatiques sont écartés et forment logette autour de gros amas arrondis, ou, le plus souvent, allongés dans leur sens. Ils sont situés sur le trajet des vaisseaux et paraissent, au premier abord, composés de cellules pig-

1. Leydig, *Histologie comparée*, trad. Lahillonne, 1859, p. 408.

mentées. Ils sont toujours au contact d'un vaisseau, reconnaissable aux noyaux allongés de son endothélium; quelques-uns semblent même recouverts et tapissés par cet endothélium. Ces amas qui sont visibles à l'œil nu (beaucoup ont le volume d'un glomérule du rein de l'homme), sont composés d'énormes cellules rondes ou irrégulièrement anguleuses, contenant dans leur protoplasma trois sortes de pigments. Le moins abondant est un pigment orange formant de grosses gouttelettes réfringentes. Puis un pigment bistre et un troisième formé de grains entièrement noirs qui permet de suivre ces amas dans l'épaisseur du foie, entre les glandes, et, en dernier lieu, sous la capsule.

Les glandes forment des tubes flexueux, orientés du centre à la périphérie, où se trouvent les confluents veineux sus-hépatiques. Ces tubes sont tapissés de grosses cellules polygonales, disposées sur un seul rang, et qui, sur les coupes transversales surtout, offrent l'image la plus parfaite d'une glande en tube. Cette disposition est plus marquée encore chez la cécilie que chez le protée ou aucun autre animal que nous ayons examiné, et elle prouve clairement que l'identification de la travée de cellules hépatiques du foie des vertébrés supérieurs à une glande en tube vraie n'est pas une pure hypothèse. Toutefois elles ne paraissent limitées que par les charpentes capillaires, on ne leur voit pas de membrane basale distincte. Notons encore un détail des cellules. Le plus souvent elles sont remplies d'un granulé égal, mais par places on les voit plus claires, présenter un protoplasma en réseau, avec des vacuoles de dimensions variables. Nous ne savons s'il s'agit là de cellules mortes, ou simplement d'une altération produite par les réactifs. Les noyaux des cellules sont toujours disposés à la périphérie du cordon qu'elles forment, ce qui contribue encore à donner à ces cordons l'aspect de glandes en tube. Mais les cellules se touchent par leur partie centrale, ne laissant au milieu du cordon qu'une cavité virtuelle.

Entre les intervalles de ces cordons cellulaires se voient les capillaires qui présentent de place en place des renflements bourrés des mêmes éléments polygonaux que nous avons vus autour des espaces portes, beaucoup plus fins, remplissant toute la cellule; et enfin, de place en place, des grains de pigment noir. Le foie paraît donc composé de deux substances distinctes, d'une part les cordons hépatiques, d'autre part les amas pigmentaires accompagnant les

vaisseaux. Nous serons réservé sur l'origine de ces éléments, car nous avons vu dans quelques cordons des cellules hépatiques remplies de pigments jaune et bistre, hypertrophiées et anguleuses; les cellules du parenchyme participent donc à la formation des masses pigmentaires.

Chez le *triton crété* et le *triton alpestre*, nous trouvons une disposition qui rappelle absolument le système sous-capsulaire de la cécilie. Le foie a toujours la forme d'un croissant sur les coupes; la disposition générale des cordons hépatiques est la même que chez le protée; il n'y a pas d'infiltrat corpusculaire autour des veines portes, mais sous la capsule, et surtout à la concavité du foie, on retrouve la nappe uniforme que nous avons déjà vue chez la cécilie. Elle est d'inégale épaisseur suivant les animaux, mais bien nette. Les cordons du foie sont ici très flexueux, très ondulés; leur système général est par conséquent plus difficile à définir que chez les animaux précédents. Enfin entre les cordons existent en grande quantité des chromoblastes étoilés, volumineux, à pigment noir très foncé, dont on ne peut suivre l'évolution. Nous pensons, d'après d'autres pièces, que beaucoup proviennent de la fusion de plusieurs éléments.

La grenouille ne présente pas d'amas sous-capsulaires ni centraux; on ne trouve chez elle que ces chromoblastes étoilés bien connus. Mais on peut encore, moins que chez le triton, espérer suivre leur évolution. Les coupes de très jeunes têtards fourniraient peut-être des renseignements sur ces points.

Il est curieux de remarquer que chez la grenouille le pigment est beaucoup plus abondant dans le foie que dans la rate.

II. — Les figures que l'on observe chez les chéloniens sont assez semblables à celles que nous venons de passer en revue : elles sont plus démonstratives encore au point de vue des rapports des cellules interstitielles avec les éléments pigmentaires. Chez la *tortue éléphantine*, comme chez la cécilie, nous pourrons envisager séparément les espaces portes, la capsule et le système intermédiaire. Les veines portes, les espaces péri-veineux de petit calibre, se montrent chargés de pigment brun foncé, inclus dans de volumineuses cellules arrondies; sur beaucoup on ne distingue que ces masses noires; mais, sur le plus grand nombre toutefois, on voit qu'elles sont situées au centre d'un amas étoilé, irrégulier de cellules polygonales à gros noyaux entourant la veine. Sur la

coupe des veines d'un grand volume on ne retrouve pas d'amas corpusculaires comme chez la cécilie, mais une série de petits dépôts pariétaux consistant chacun en une plaque étoilée de cellules serrées au centre de laquelle et contre la paroi vasculaire se voient les masses pigmentaires. Ces plaques que l'on distingue sur les coupes ont évidemment la forme réelle de nodules. Il existe un certain nombre d'espaces péri-veineux formés comme chez les mammifères d'une gaine conjonctive assez épaisse entourant les vaisseaux; ces nodules cellulaires ne sont donc pas des formes embryonnaires, mais un élément distinct. Dans les cas où l'on trouve dans l'espace du tissu conjonctif fibreux, le nodule de cellules polygonales et de pigment occupe une situation excentrique; il est disposé sur l'un des côtés.

Si nous examinons les régions situées entre les gros vaisseaux portes contenus dans les coupes et la capsule du foie, nous trouvons de place en place, entre les glandes, sur le trajet des capillaires, toujours ces mêmes amas irréguliers composés des deux sortes d'éléments que nous avons indiqués. Ils sont beaucoup plus rares que dans le foie du protée, plus petits, plus irréguliers, mais aussi plus abondants et mieux développés que chez la cécilie. Sous la capsule enfin nous trouvons encore une disposition intermédiaire. Nous avons vu que chez le triton la capsule recouvrait une nappe d'éléments polygonaux serrés; cette nappe ne se retrouve pas chez la grenouille. Eh bien, sur le foie de la tortue, elle est discontinue, irrégulière, manquant en beaucoup d'endroits. Elle n'est plus représentée que par de petites taches aplaties, anguleuses cependant du côté du parenchyme, car elles envoient des prolongements entre les glandes. Et ces taches sont encore composées de petites cellules serrées et d'amas pigmentaires fondus sur beaucoup de points en blocs plus ou moins volumineux. Dans les moins développées de ces taches, les éléments sans pigment sont disposés par séries linéaires, entre les fibres connectives parallèles de la capsule, et l'on peut saisir toutes les transitions entre elles et les cellules fixes qui se trouvent dans les régions sous-capsulaires libres de pigments.

Nous avons décrit ce foie avec quelques détails parce qu'il n'existait pas de surcharge graisseuse des cellules hépatiques et que l'observation en était, par suite, beaucoup plus aisée. Sur d'autres tortues marines ou terrestres, sternotherus, chelydre, etc., nous

avons trouvé les espaces portes libres, mais il existait un nombre considérable de nodules mixtes, avec prédominance du pigment cependant, dans l'épaisseur même du foie, entre les cordons cellulaires du parenchyme. C'est une forme qui se rapproche beaucoup de celle du protée, et diffère de celle que l'on observe chez la grenouille en ceci que chaque amas chromoblastique est composé de cellules distinctes.

Nous ne voulons pas quitter le foie de la tortue sans signaler l'aspect tout particulier de ses cordons de cellules hépatiques. Ils sont flexueux, ondulés, sans lobulation distincte, et remarquables surtout par la disposition de leurs cellules. Celles-ci, appliquées sur le réseau capillaire, et peut-être, tant leur disposition est régulière, sur une membrane basale très mince, ont une forme très semblable à celle des cellules muqueuses d'une glande de Brunner du duodénum. Leurs noyaux, situés chacun à la base de l'élément, forment une rangée régulière, et contribuent beaucoup à donner à l'ensemble l'aspect d'une glande en tube. Pourtant il n'existe pas de lumière centrale distincte. Le cytoplasma est chargé de granulations jaunes assez abondantes et présente, même en dehors de la surcharge graisseuse, un aspect clair qui est rare dans le foie.

Nous voyons donc que, comme l'indiquent Pouchet et Tourneux [1], il existe dans le foie chez certains animaux un véritable tissu interstitiel, entourant des chromoblastes. Chez le protée il est disposé entre les cordons hépatiques d'une façon qui rappelle un peu les nodules de cellules centro-acineuses du pancréas, décrites par M. Renaut [2]. Seulement nous n'avons jamais trouvé les amas centro-acineux pigmentés. Ce détail confirme pourtant l'assimilation du foie au pancréas que fait le professeur de Lyon; et nous verrons que le développement de la glande est encore en faveur de cette idée. Ce système de cellules polygonales est, nous l'avons dit au début, dans un rapport intime avec la fonction pigmentaire du foie. Chez les vertébrés inférieurs, le foie élabore donc de la bile et du pigment, chez les supérieurs de la bile seule, sauf les cas pathologiques. Il est même curieux de signaler que la rate, chez la grenouille par exemple, offre toujours moins de chromoblastes que le foie.

1. Pouchet et Tourneux, *Précis d'Histologie*, 1868, p. 567, nº 4.
2. J. Renaut, *Essai d'une nomenclature méthodique des glandes*. (*Arch. de Physiol.*, nº 3, 1881, p. 301.)

Le tissu conjonctif sous-cutané, sous-péritonéal, la moelle des os et en général tous les tissus connectifs des batraciens et des reptiles participent à cette faculté du foie, et sont chargés de chromoblastes provenant très certainement des globules rouges détruits, quoique les modifications subies par la matière colorante en fassent un corps chimique absolument différent de l'hémoglobine. Chez l'homme [1], le tissu connectif peut aussi remplir le rôle du foie et transformer en pigments biliaires les globules rouges; c'est ce qui se passe, on le sait, dans l'ecchymose sous-cutanée, dont les différentes teintes permettent de suivre le processus.

III. — Il nous reste maintenant à parler d'espaces portes un peu différents; ce sont ceux qu'on peut observer sur le *syngnathus acus* et le *callionymus lyra*. Les deux animaux présentent le même type, qu'on ne retrouve pas chez les autres poissons que nous avons pu examiner à Concarneau, pendant un séjour de deux mois au laboratoire de M. le professeur G. Pouchet. Chez ces animaux les cordons cellulaires du foie sont très minces, serrés et anastomosés comme chez le fœtus. Leur ensemble est perforé à intervalles égaux par des capillaires à lumière parfaitement circulaire, autour de laquelle les cellules des cordons, petites, cubiques et à cytoplasma clair, paraissent disposées en revêtement régulier. Il n'y a naturellement pas de distribution en lobules. Les veines sus-hépatiques ne présentent rien à noter, mais les veines portes, qui ne sont pas toutes accompagnées, notons-le, de canaux biliaires, ont une disposition qui frappe immédiatement l'œil.

Chacune paraît entourée de gros cordons cellulaires fortement colorés par tous les réactifs. Ces cordons engainent aussi, quand il se trouve à côté de la veine, le canal biliaire, reconnaissable à son épaisse paroi, à son épithélium composé de cellules prismatiques très hautes sur un seul rang. On les voit se continuer sur les plus grosses des branches afférentes des veines portes, puis cesser brusquement après un court trajet. Avec un fort grossissement on constate que ces cordons si fortement colorés sont en réalité des tubes, qui se montrent coupés sous toutes les incidences, en long, en travers, obliquement, autour d'une même veine porte remplie de sang. La paroi veineuse se trouve en général mince. Ces tubes sont tapissés par de petites cellules prismatiques serrées, à gros noyau

1. Voir Kiener et Engel, *Conditions pathogéniques de l'ictère*. (*Arch. de Physiol.*, série 3, t. X, 1887, p. 198.)

basal, à cytoplasma clair, réservant une lumière au centre du canal.

Ces singulières productions ne sont pas les canaux biliaires, puisqu'on retrouve ces derniers avec leurs caractères ordinaires dans un certain nombre d'espaces. Nous admettrions volontiers que ce sont des voies biliaires intermédiaires aux gros canaux et aux cordons cellulaires. et dispersés en réseau anastomosé en véritable *rete mirabilis*, autour des veines portes. Leur siège, leur épithélium, l'absence même de canaux biliaires dans un certain nombre d'espaces portes où l'on voit exister ces tubes nouveaux sont autant de raisons plaidant en faveur de cette hypothèse. Le fait serait d'ailleurs exceptionnel. Dans les cirrhoses, chez les mammifères et l'homme on trouve des canaux intermédiaires, à épithelium formé de cellules cubiques et résultant de la transformation des cordons du réseau de cellules hépatiques proprement dites. Ces vaisseaux sont bien connus sous le nom de néo-canaux biliaires, ils peuvent même se dilater et former de petits angiomes biliaires de l'espace porte. Mais il s'agit là de dispositions pathologiques et non pas normales, et les canaux que nous décrivons sont beaucoup plus volumineux, grâce à leurs cellules prismatiques, que les néo-canaux biliaires. Il nous a paru intéressant néanmoins de signaler ce rapprochement.

En finissant cette description, nous voudrions dire quelques mots sur la forme générale et la disposition des cordons cellulaires formant les travées hépatiques, chez les animaux que nous venons de passer en revue. Ils représentent en effet des états que l'on retrouve dans le développement du foie des mammifères, et nous pensons qu'il est toujours, sinon utile, du moins intéressant de désigner et de préciser chez quel animal inférieur on constate encore à l'état adulte telle étape du développement d'un organe donné.

Le foie se développe par un bourgeon intestinal bilobé, plein, qui se décompose rapidement en cordons également pleins, les cylindres hépatiques de Remak. Ces cylindres se ramifient et s'anastomosent de façon à former un réseau, contrairement à ce qui se passe dans une glande en grappe ordinaire. Kölliker [1] pour le lapin, His pour l'embryon humain, ont établi ces faits découverts par Remak sur le poulet. Les cordons du réticule prennent vers la naissance

1. Kölliker, *Embryologie*, trad. Schneider, 1882, p. 230. Consultez aussi, sur l'*Historique de la structure du foie*, les leçons très développées de H. Milne-Edwards. *Physiologie comparée*, 1860, p. 432.

une forme tubulée et s'organisent en séries de cellules hépatiques, en perdant la plus grande partie de leurs anastomoses. L'intervalle compris dans les mailles du réseau, occupé par un tissu mésodermique luxuriant qui entoure les vaisseaux, disparaît donc peu à peu, ne laissant entre les cellules du foie que l'appareil circulatoire. Nous venons pourtant de voir qu'il n'en est pas toujours ainsi, puisqu'il persiste du tissu interstitiel chez quelques animaux et que ce tissu paraît se différencier en vue d'une fonction spéciale. Le foie se développe en partie comme une glande vasculaire sanguine ce qui se comprend d'après ce que nous savons de sa physiologie. Il existe en effet deux types glandulaires bien distincts, entre lesquels le foie sert de trait d'union. D'un côté les glandes vasculaires sanguines sans canal excréteur : prenons comme type le corps thyroïde ou le thymus. Ici les bourgeons épithéliaux, origine de la glande, forment des cordons pleins, anastomosés, qui bientôt sont fragmentés et réduits en îlots cellulaires, envahis par le tissu mésodermique, surtout pour le thymus. Jamais ces cordons qui forment réseau ne s'entourent d'une membrane basale; ils restent en contact direct avec les éléments du feuillet moyen et les vaisseaux. D'autre part une glande salivaire ou intestinale forme un bourgeon d'abord plein, puis creux, dont les cellules se différencient, mais restent toujours entre une membrane basale de cellules lamellaires qui les sépare des vaisseaux, et un canal excréteur s'ouvrant à l'extérieur. Dans le foie la formation s'arrête au stade de cordons en réseaux. Pour permettre les échanges qui font la fonction de la glande vasculaire sanguine, les vaisseaux restent au contact des cordons. Mais ces cordons ne sont pas morcelés comme dans le thymus; ils restent entiers, et le tissu interstitiel peut réapparaître ou persister entre leurs mailles; les cécilies, le protée, les tortues de mer en sont des types bien nets.

Pour classer les différents aspects du foie, il nous suffit maintenant d'indiquer l'orientation que prennent ces cordons hépatiques entre les veines portes et les veines caves. Or, nous les avons vus chez le syngnathe ondulés et anastomosés comme chez le fœtus, moins flexueux et plus larges, chez les batraciens et les chéloniens, mais toujours sans trace de lobulation, quoique les dépôts pigmentaires circonscrivent à l'œil nu des lobules péri-portes. Chez les mammifères au contraire les cordons hépatiques sont courts, droits et rigides; ils sont orientés manifestement en rayons autour des

veines sus-hépatiques, dans leur partie qui est au voisinage de ces vaisseaux. Mais ils redeviennent plus ondulés en s'éloignant de l'axe sus-hépatique. C'est le cas chez le fœtus et même chez le nouveau-né. Un certain nombre d'animaux, le cheval (Cadiat [1]), le chameau, comme nous l'avons pu constater nous-mêmes sur des pièces provenant du laboratoire d'anatomie comparée, conservent encore à la périphérie du lobule hépatique la disposition des travées hépatiques en cordons flexueux, ondulés, anastomosés, alors que l'aspect en jante de roue est très remarquable autour de chaque veine sus-hépatique, dans un rayon assez court. M. Sabourin [2], M. Brissaud [3] ont donc eu raison de critiquer la formule trop absolue du lobule hépatique, comme un peu artificielle. Il faut en revenir à l'ancienne notion du réseau déjà indiquée par G. H. Weber et par Eberth. Quant au foie du porc, sa lobulation nous paraît très simple à expliquer et n'a nul rapport avec une formation lobulaire. Les travées connectives qui le parcourent rejoignent simplement les *grands espaces portes* du foie, analogues aux grands espaces péribronchiques du poumon. Ce qui le montre c'est que, chez le porc et surtout chez le phacochère d'Afrique, les mailles du tissu conjonctif circonscrivent non pas une veine sus-hépatique et les cordons cellulaires de son domaine, mais à peu près toujours deux, souvent trois veines sus-hépatiques et même plus. Nous avons d'ailleurs retrouvé une lobulation à peu près semblable sur le foie d'un cerf d'Asie, mort à la ménagerie, et dont malheureusement nous avons perdu le nom.

L'unité organique du foie est donc la travée de cellules, hépatique, anastomosée ou non, que l'on ferait bien d'appeler *cordon hépatique*, comme chez l'embryon. Il nous reste à dire un mot de sa forme tubulée. Nous avons vu que ce cordon ne possédant pas de membrane propre en général n'est pas une glande en tube vraie. Pourtant, et la situation intermédiaire du foie entre les glandes à conduit excréteur et les glandes closes nous rend encore compte de ce fait, pourtant on peut voir ces cordons se rapprocher extrêmement des glandes en tube. C'est le cas chez la cécilie; le fait se voit aussi très bien chez la tortue quand le foie n'est pas gras. Il a été signalé depuis longtemps déjà chez la couleuvre par Eberth. Mais sur ce

1. Cadiat, *Anatomie générale*, 1881, t. II, p. 172.
2. Sabourin, *la Glande biliaire de l'homme*, 1888.
3. Brissaud et Sabourin, *Circulation intra-hépatique* (Soc de Biol., 17 novembre 1888).

dernier animal les résultats ne sont pas constants. On obtient tantôt des formations tubulées bien nettes, tantôt des cordons pleins, suivant l'animal. Sur le foie des nouveau-nés, on rencontre presque toujours, au milieu des cordons pleins, des cordons où les cellules sont disposées concentriquement autour d'une lumière, et le fait est surtout net dans les cas d'ictère, la lumière étant alors occupée par des cristaux biliaires qui l'accusent. D'après Toldt et Zuckerkandl [1], ou pourrait observer de ces cordons à aspect de glande en tube jusqu'à la deuxième année. Enfin l'adénome du foie se présente souvent comme une formation tubulée, semblable alors au foie des animaux inférieurs, et en particulier de l'escargot, d'après Cadiat [2]. M. Sabourin, dans ses différents mémoires, a pleinement établi ce fait.

On le voit, pour expliquer les aspects assez particuliers du foie des vertébrés inférieurs, nous avons recours à la fois aux notions de l'embryologie et à celles de l'étude de la série animale, les deux ordres de faits se contrôlant réciproquement. C'est la méthode que nous croyons la plus profitable en histologie pour l'étude des organes.

1. Toldt et Zuckerkandl, *Ueber die Form und Texturveränderungen d. menslichen Leber, Sitzungsber. der Wiener Akad.*, 1875, cités par Kölliker (*Embryologie*).
2. Cadiat, *Anatomie générale*, t. II, p. 175, 1881.

DES TRANSFORMATIONS ÉPITHÉLIALES

DE LA MUQUEUSE DU VAGIN

DE QUELQUES RONGEURS

Par le Dr H. MORAU

Chez presque tous les vertébrés, la fonction génitale est soumise à un rythme dont la durée varie avec chaque espèce envisagée. Ce rythme, qui est caractérisé au début par le *rut*, c'est-à-dire l'état physiologique spécial pendant lequel la femelle est disposée à recevoir le mâle, coïncide, ainsi que l'a vérifié M. F.-A. Pouchet (*Théorie positive de l'ovulation*, 1847), « avec l'époque de l'excitation des follicules de Graaf et de l'expulsion des ovules ». La fonction génitale une fois accomplie, l'appareil tout entier entre dans une phase de repos, plus ou moins longue, selon les espèces, qui ne cessera qu'avec une nouvelle époque de rut. Tel est le rythme génital dans son ensemble. Mais si la fonction varie, les organes qui président à cette fonction varient nécessairement de structure, sinon dans leur masse entière, du moins dans certaines de leurs parties. Nous n'insisterons pas sur les modifications anatomiques de l'ovaire, des trompes, etc., etc.; il est, en effet, bien connu que la muqueuse de l'utérus, par exemple, n'est pas toujours identique à elle-même suivant que cet organe est à l'état de repos ou d'activité fonctionnelle. Dans ce cas, il n'y a pas, à proprement parler, transformation des éléments préexistants en d'autres éléments d'aspect morphologique différent; il ne semble y avoir qu'une simple accommodation de l'organe au phénomène physiologique qu'il doit accomplir. Mais tel n'est pas toujours le cas, et il nous semble qu'il doit y avoir certains organes, dont les éléments anatomiques essentiels, normaux, doivent complètement changer

d'aspect morphologique pour concourir à l'accomplissement de la fonction physiologique. Ces assertions qui, au premier abord, pourraient sembler purement hypothétiques, ont trouvé, il nous semble, une confirmation éclatante dans un fait signalé à la Société de Biologie par M. le professeur M. Duval et par M. Wiett, à propos du mécanisme du transport intra-abdominal des ovules chez la grenouille. A ce propos, nous ne saurions mieux faire que de citer textuellement la communication de ces auteurs : « On sait « que le passage de l'ovule, de l'ovaire dans la trompe, est expli- « qué aujourd'hui par l'adaptation tubaire; mais chez nombre « d'animaux et entre autres chez la grenouille, le pavillon de la « trompe est fixe, rattaché par des ligaments tout en haut, au niveau « du péricarde. Ici, par suite, il ne peut être question d'adaptation « du pavillon venant coiffer l'ovaire. Or, en examinant des gre- « nouilles femelles à l'époque du rut, on constate que le péritoine « de la paroi abdominale antérieure présente des traînées de cel- « lules à cils vibratiles, et, en déposant de la poudre de charbon « sur cette surface, on voit que cette poudre est entraînée dans la « région des orifices tubaires. M. Wiett a répété plusieurs fois cette « expérience sur le mâle à la même époque sans constater rien « d'analogue. L'examen microscopique d'un fragment de péritoine, « même du mésentère (toujours sur un sujet femelle), permet de « voir ces cils, et leurs mouvements agitent les particules qui nagent « dans le liquide de la préparation. » — Ainsi donc, voilà un organe tel que le péritoine, dont le revêtement épithélial est bien défini, qui, à un moment donné, sous l'influence de phénomènes physiologiques qui ont leur siège dans des organes voisins, va voir son revêtement épithélial se transformer et s'accommoder à ces mêmes phénomènes physiologiques. Ce que l'on observe chez ce vertébré inférieur, ne pourrait-il pas exister chez d'autres vertébrés supérieurs? Ne pourrait-on pas se demander, ainsi que le font les auteurs précédents, si, chez les mammifères, il n'y aurait pas quelque chose de semblable, et si l'ovule sorti en bavant de la vésicule de de Graaf ne serait pas recueilli par des cils vibratiles tapissant l'ovaire et dirigé ainsi jusque dans le pavillon, d'autant que Waldeyer a signalé l'existence de cils vibratiles sur le ligament tubo-ovarique. Ces faits sont en partie confirmés par les recherches anatomo-pathologiques de MM. Malassez et de Sinety. Ces auteurs ont en effet constaté sur des tumeurs des ligaments larges et sur

des kystes de l'ovaire opérés, la présence d'un épithélium cylindrique à cils vibratiles, surtout abondant au voisinage des trompes.

Quoi qu'il en soit, la transformation du revêtement épithélial d'une partie du péritoine de la grenouille n'est que momentanée et intimement liée au phénomène du rut; elle est donc, comme ce dernier, essentiellement rythmique. Nous avons eu l'occasion plusieurs fois, à propos de ce travail, d'examiner des péritoines de grenouille, et nous n'avons jamais pu, en dehors de la période de rut, constater la présence des cils vibratiles.

Mais en revanche, en étudiant l'évolution génitale de quelques rongeurs, et en particulier de la souris blanche, nous avons pu constater jour par jour la transformation des éléments anatomiques, coïncidant exactement avec les phénomènes physiologiques dont l'appareil génital de ces animaux est alors le siège. — A cet effet, avec le bienveillant concours de M. Lataste, nous avons pu nous procurer les vagins de souris, observées en captivité, et sacrifiées par ce savant observateur à des époques bien déterminées du cycle génital. Les pièces, provenant de ces différents sujets, étaient immédiatement fixées soit dans l'alcool, soit dans le liquide de Kleinenberg, et montées par nous-même en inclusion définitive dans la parafine, selon la méthode usitée par notre maître M. le professeur M. Duval. Cette méthode, bien que demandant beaucoup de temps, nous offrait cependant l'immense avantage de pouvoir faire de ces différentes pièces des coupes en série, depuis la vulve jusqu'à l'abouchement des deux utérus. C'est de cette façon qu'avec un ensemble de 48 pièces nous avons pu obtenir en moyenne de 150 à 200 coupes par pièce, ce qui nous conduit à un total de 7200 coupes, parmi lesquelles nous n'avons choisi que les plus caractéristiques et les plus démonstratives. Nos observations et nos examens microscopiques ont porté en résumé sur une moyenne d'environ 180 préparations comprenant chacune de 8 à 10 coupes.

Les phénomènes observés sur la souris blanche (*mus musculus*, Linné) nous ont conduit à porter nos investigations sur quelques autres types du même ordre. C'est ainsi que nous avons pu observer les modifications épithéliales du vagin de quelques Muridés (*mus ratus*, Linné; *mus decumanus*, Pallas); d'un genre Gerbillus (*meriones Schavii*, Duvernoy), d'un Caviide (*cavia porcellus*, Linné) et du type le plus commun de la famille des Léporides, le lapin domestique. Chez tous ces sujets, nous n'avons pu préciser exac-

tement l'époque du cycle génital, mais, comme nos observations se sont multipliées à des périodes différentes, nous avons pu constater la transformation épithéliale du vagin, sans en suivre cependant pas à pas chacune des phases.

Chez la souris, où nos observations sont les plus complètes, nous avons dû tenir grand compte des remarques de M. Lataste sur la marche du cycle génital de ces animaux. C'est ainsi qu'avec cet auteur, nous avons dû distinguer l'*époque génitale* ou moment de l'accouplement, de la *période génitale*, qui est l'espace compris entre deux époques génitales et qui est d'une durée moyenne de dix jours. Or, ainsi que le fait remarquer l'auteur précité, cette durée n'est pas rigoureusement fixe. La loi du rythme génital *décadaire*, formulée par lui, n'est pas absolument rigoureuse; elle est d'ailleurs, comme toutes les lois biologiques, soumise à de nombreuses variations. Elle peut être ou retardée, ou avancée, par l'adjonction au phénomène génital essentiel d'autres phénomènes physiologiques d'ordre voisin, tels que la lactation ou la gestation. Or, à toutes ces variations dans le fonctionnement physiologique de l'organe, correspondent presque toujours des variations de structure. C'est ainsi que chez une femelle fécondée au moment du rut, et qui à cette époque présentait un revêtement pavimenteux stratifié de sa muqueuse vaginale, on verra la période physiologique retardée de vingt ou trente jours et, en même temps, la structure de l'épithélium, profondément modifiée dans la première décade, rester stationnaire jusqu'au retour d'une nouvelle période de rut véritable.

Sur les sujets que nous avons observés, nous avons pu suivre, d'une manière très rigoureuse, la transformation épithéliale depuis le moment du coït fécondateur jusqu'au dixième ou onzième jour du cycle génital. Mais à partir de cette époque, si la femelle envisagée avait été réellement fécondée, nous n'avons pu constater qu'un état stationnaire de la onzième phase de la transformation épithéliale jusqu'au moment de la parturition, phase qui tendait, en quelque sorte, à s'exagérer et à accommoder ainsi l'organe à la nouvelle fonction qu'il allait être appelé à remplir. Lorsque, au contraire, il n'y avait pas eu coït fécondateur, nous avons pu suivre les différentes phases de régression du revêtement épithélial jusqu'au type qu'il avait à la période de rut antérieur. Ce sont ces faits qui expliqueront comment, à partir du onzième jour, nous verrons tantôt le

revêtement épithélial rester fixe jusqu'au moment d'une parturition, tantôt régresser vers le type primitif.

Afin de faciliter la lecture de cette partie de notre travail, nous avons successivement décrit chacune de nos préparations types, en y joignant une figure le plus souvent dessinée à la chambre claire. De cette façon on pourra suivre, petit à petit, le processus qui préside à la transformation du revêtement épithélial de la muqueuse du vagin de ces animaux.

Nous avons choisi comme point de départ de nos examens histologiques le jour même du coït, alors que nous retrouvions dans le vagin le critérium d'un coït effectif, nous voulons parler du *bouchon vaginal* découvert par M. Lataste.

Premier jour après le coït.

♀ VII [1]. — Mus musculus, jour même du coït avec le bouchon vaginal encore en place.

La muqueuse présente un aspect absolument dermique : les papilles sont nombreuses, bien développées. La couche épithéliade est formée :

1° Dans un plan profond, par des cellules ovoïdes ou légèrement allongées, disposées par place sur une ou deux couches. Les plus volumineuses sont séparées les unes des autres par des cellules beaucoup plus petites et circulaires. Leur protoplasma est fortement granuleux et leur noyau rond ou ovalaire.

2° Dans un plan moyen, les cellules deviennent polyédriques par pression réciproque : elles sont plus volumineuses que les cellules de la couche profonde et leur protoplasma, bien que finement granuleux, est cependant plus clair et plus transparent que celui des cellules de la couche précédente. Leur noyau est sphérique. D'une manière générale, les cellules sont presque identiques à celles du corps muqueux de Malpighi. Elles ne le sont pas tout à fait cependant, car, même avec les forts grossissements, nous ne sommes pas parvenu à trouver, parmi les plus profondes, les fila-

1. Les numéros d'ordre de chacun de ces sujets sont ceux qui leur ont été assignés par M. Lataste dans ses observations éthologiques des Rongeurs et que nous avons conservés sur sa demande, afin de pouvoir rapprocher les différents travaux dont chacun des sujets aura fait l'objet.

ments d'union décrits par le professeur Ranvier, dans les cellules profondes du corps muqueux de Malpighi.

3e Dans un troisième plan les cellules précédentes s'aplatissent et s'allongent parallèlement à la surface libre de la muqueuse; elles prennent une forme assez régulièrement losangique. Dans certains points de la muqueuse on en peut compter deux ou trois rangées. Leur protoplasma finement granuleux renferme un noyau rond.

Dans les rangées superficielles, les cellules s'aplatissent davantage; leur contour devient plus indécis; elles perdent leur noyau et subissent finalement le processus de kératinisation pour former

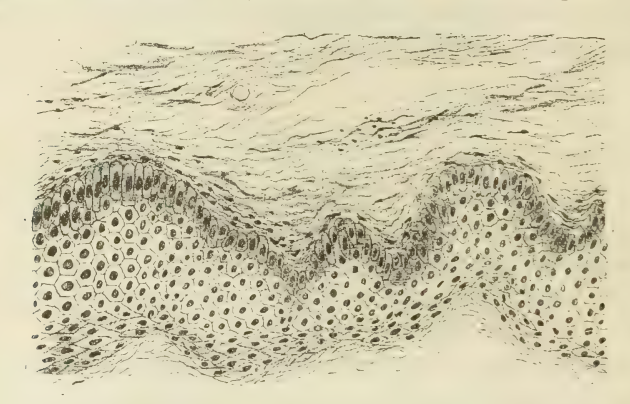


Fig. 1. — Mus musculus; muqueuse vaginale; couche épithéliale au premier jour du cycle, le bouchon vaginal encore en place.

à la surface libre de la muqueuse une véritable couche d'aspect corné, identique en tout point à celle de l'épiderme. Cette dernière couche résiste à l'action des divers réactifs colorants. Elle se présente avec un aspect jaune, homogène dans sa partie profonde, et écailleuse dans sa portion périphérique. C'est cette couche superficielle qui tombe en même temps que le bouchon et lui constitue une de ses enveloppes périphériques.

♀ LVII. — Même disposition.

Deuxième jour après le coït.

♀ LXIII; ♀ LXII. — Nous n'insistons pas sur les modifications de l'épithélium à ce moment; elles sont à peine sensibles. Ou bien la couche superficielle est tombée avec le bouchon vaginal, ou bien on retrouve encore ce dernier dans le vagin.

Troisième jour après le coït.

♀ XLVII. — Déjà, à cette époque, on peut constater une légère modification dans la structure de la muqueuse. La couche cornée a disparu par places : on n'en retrouve plus que des lambeaux isolés et prêts à se détacher des couches sous-jacentes. Les cellules losangiques superficielles sont déformées ; leur contour s'efface par endroit, et dans les points où la couche cornée vient à manquer les cellules semblent se détacher. Leur protoplasma, clair et transparent par places, présente en d'autres points des granulations foncées plus ou moins abondantes.

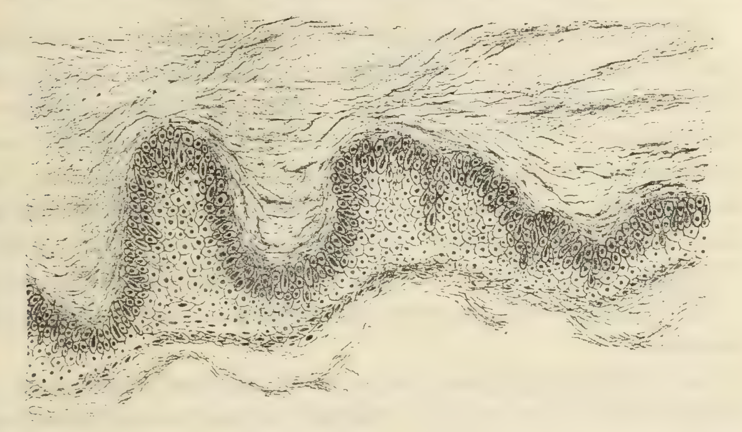


Fig. 2. — Mus musculus au 3e jour du cycle. Couche épithéliale de la muqueuse du vagin.

Les cellules polyédriques du corps muqueux de Malpighi sont légèrement déformées ; leur protoplasma est devenu plus transparent. — Les cellules ovoïdes les plus profondes sont en voie de prolifération. Elles se sont allongées, surtout au niveau des plicatures de la muqueuse, où elles forment de petits groupes compacts. Les plus longues d'entre elles présentent une extrémité effilée, dirigée vers la profondeur de la muqueuse, qui donne à la cellule un aspect légèrement fusiforme. Les plus grandes de ces cellules sont séparées les unes des autres par d'autres éléments beaucoup plus petits de forme ovoïde ou circulaire, et surtout abondants dans la couche tout à fait profonde de la muqueuse. — Le protoplasma de ces diverses cellules profondes est très finement granuleux ; il renferme un gros noyau, ovoïde dans les cellules fusiformes et circulaire dans les petites cellules intermédiaires.

♀ VI. — Chez ce sujet la transformation a été un peu plus rapide. C'est ainsi qu'on ne retrouve pas trace de la couche cornée. La surface libre de la muqueuse est tout entière constituée par les cellules du corps muqueux de Malpighi, dont les plus superficielles (cellules losangiques) sont plus ou moins déformées.

Les cellules de la couche profonde présentent les mêmes dispositions que chez le sujet précédent (♀ XLVII).

Quatrième jour après le coït.

♀ X. — Les modifications de la couche épithéliale sont un peu plus accentuées. La couche cornée a complètement disparu; on n'en retrouve plus de traces. Les cellules losangiques, très déformées, forment à elles seules la surface libre de la muqueuse. Leur protoplasma est devenu uniformément clair et transparent : les superficielles ne renferment pas de noyau; ce dernier est ovoïde dans les cellules profondes. Dans quelques points même ces cellules font défaut, et ce sont alors en ces points les cellules polyédriques de la couche moyenne qui forment la surface libre de la muqueuse.

Les cellules polyédriques de la couche moyenne augmentent de transparence; elles sont plus déformées et leur contour est à peine distinct.

Les cellules profondes sont plus allongées et plus nombreuses; elles sont disposées sur deux, trois ou quatre rangs selon les différents points de la muqueuse que l'on considère.

Cinquième jour après le coït.

♀ IV. — La transformation épithéliale se manifeste davantage. La couche cornée et les cellules losangiques de la superficie disparaissent. Les cellules polyédriques de la couche moyenne forment à elles seules la surface libre de la muqueuse. Les superficielles ont leur protoplasma clair et transparent; elles ne possèdent plus de noyau. Leur contour est légèrement effacé et elles se confondent les unes avec les autres. Les cellules profondes de cette même couche sont un peu plus nettes, quelques-unes d'entre elles conservent encore leur noyau. Ces différentes cellules sont disposées sur trois ou quatre rangs.

Les cellules ovoïdes ou fusiformes de la couche profonde se sont

encore multipliées : les trois ou quatre rangées qu'elles forment se détachent très nettement à l'aide des colorations par le carmin d'alun ou le picro-carmin des couches superficielles. Elles se sont allongées et leur forme tend nettement vers le type cylindrique. Les plus longues présentent des prolongements dirigés vers la profondeur de la muqueuse, et sont séparées les unes des autres par

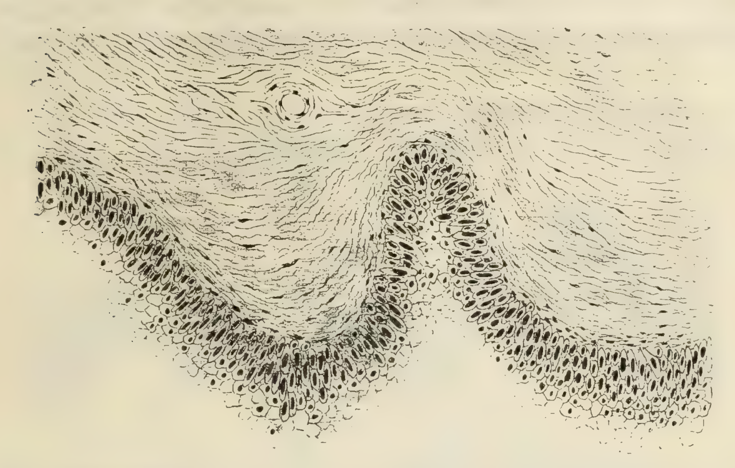


Fig. 3. — Mus musculus au 5e jour du cycle. Couche épithéliale de la muqueuse du vagin.

des petites cellules ovoïdes ou rondes. Leur protaplasma est finement granuleux et renferme un noyau circulaire.

Sixième jour après le coït.

♀ XIII. — A cette époque, la couche superficielle de la muqueuse est uniquement formée par une ou deux rangées de cellules polyédriques par pression réciproque, mais dont on devine plutôt la forme qu'on ne la reconnaît réellement. En effet, toutes ces cellules sont dépourvues de leur noyau ; leur contour est absolument effacé et leur protaplasma est devenu très transparent.

Les cellules de la couche profonde forment une masse compacte d'éléments disposés sur quatre ou cinq rangs dans les plis saillants de la muqueuse, et sur deux ou trois rangs dans les dépressions comprises entre deux plicatures. Dans les plicatures les plus profondes, les extrémités libres des cellules se touchent presque, ou ne sont séparées que par un espace très minime. Les cellules les plus profondes de cette couche sont généralement

petites, ovoïdes ou circulaires; leur protoplasma fortement granuleux renferme un gros noyau qui remplit presque entièrement le corps cellulaire. Les cellules de la partie moyenne de cette couche sont volumineuses, généralement ovoïdes et présentent presque toutes un prolongement dirigé vers la profondeur. Leur protoplasma granuleux contient un noyau allongé. Les cellules superficielles sont plus volumineuses, plus transparentes, et leur noyau, relativement plus petit, occupe surtout la partie interne du proto-

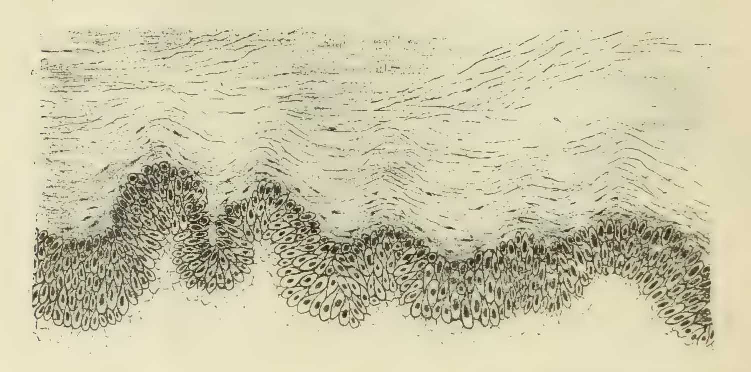


Fig. 4. — Mus musculus aux 6[e] et 7[e] jours du cycle. Couche épithéliale de la muqueuse du vagin.

plasma. Dans quelques-uns de ces éléments on remarque, dans la portion protoplasmique comprise entre le noyau et la surface, la présence de petites vacuoles, claires, transparentes, sur la nature desquelles nous aurons l'occasion de revenir dans le cours de ce travail.

♀ XXI. — Même disposition.

♀ LI. — Même disposition.

Septième jour après le coït.

♀ XXXV. — La disposition des épithéliums est sensiblement la même que dans le stade précédent. C'est à peine si on retrouve çà et là à la surface de la muqueuse quelques cellules polyédriques du réseau de Malpighi à peine reconnaissables. Les cellules profondes présentent la même disposition accentuée davantage cependant que chez la ♀ XIII. Les cellules superficielles sont remarquables en ce sens que les vacuoles transparentes signalées précédemment

sont plus nombreuses et plus manifestes. Elles sont toujours localisées dans la partie du protoplasma située entre la surface libre de la cellule et le noyau.

Huitième jour après le coït.

♀ III. — Chez ce sujet la transformation épithéliale devient manifeste : on ne trouve plus trace d'aucune des cellules stratifiées précédemment décrites.

Les cellules profondes de la couche épithéliale sont des éléments ronds ou ovoïdes, à protoplasma fortement granuleux et à noyau

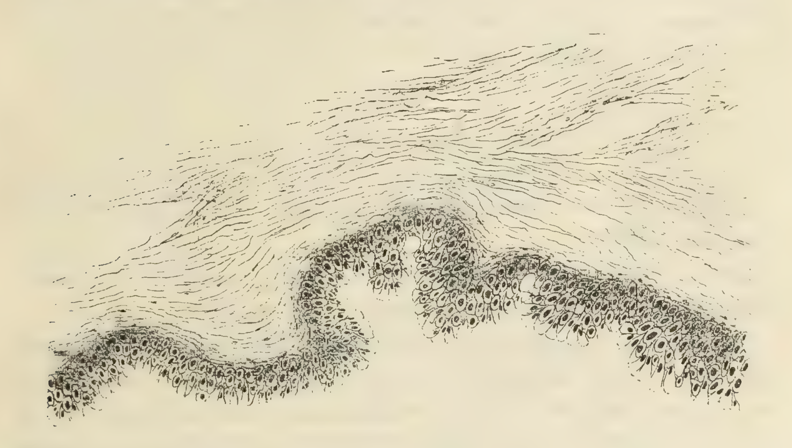


Fig. 5. — Mus musculus au 8e jour du cycle. Couche épithéliale de la muqueuse du vagin.

volumineux. Entre ces cellules on en remarque d'autres de forme plus allongée et dont le protoplasma est plus transparent.

Les cellules superficielles sont cylindriques ou cylindro-coniques. Elles sont toutes, ou presque toutes, pourvues d'une extrémité interne effilée qui s'avance plus ou moins loin entre les cellules profondes de la muqueuse. Leur prótoplasma semble s'être condensé vers leur extrémité interne, tandis que l'extrémité libre de la cellule est transparente et présente les caractères des cellules muqueuses. Leur noyau, encore volumineux, est refoulé vers la partie profonde de la cellule. La partie évasée de celle-ci s'étale à la surface de la muqueuse, de telle sorte que deux cellules voisines et semblables recouvrent par leur extrémité libre les cellules ovoïdes de la couche moyenne.

En d'autres points de la muqueuse, surtout au niveau des dépressions formées par deux plicatures, on remarque des masses rondes, globuleuses, dont le volume est sensiblement supérieur aux éléments environnants. Ces masses semblent formées d'un contenu, tantôt clair et transparent, tantôt granuleux et renfermant des débris cellulaires. D'une manière générale le contenu de ces petites masses n'a pas grande affinité pour les divers réactifs colorants. Leur paroi semble être uniquement constituée par le refoulement excentrique des éléments cellulaires voisins.

♀ V. — Chez ce sujet la muqueuse présente le même aspect qu'au jour de l'accouplement. Il y a là très probablement un retard dans l'évolution épithéliale correspondant à un stade d'arrêt dans le cycle génital physiologique.

Neuvième jour après le coït.

♀ VIII. — A cette époque la transformation épithéliale est complètement achevée.

Les cellules rondes ou ovoïdes de la couche profonde, fortement granuleuses, sont disposées sur une ou deux couches.

Les cellules superficielles cylindro-coniques, au lieu de former une seule couche à la surface de la muqueuse, sont réparties en deux ou trois rangées. Les plus volumineuses sont superficielles, et par leur étalement elles semblent écraser, comprimer les cellules voisines. Ces cellules tapissent également les dépressions de la muqueuse, et à ce niveau elles se touchent presque par leur extrémité libre ne limitant qu'un très faible espace entre elles.

Le protoplasma de ces cellules dans sa portion périphérique est clair, transparent, et se colore faiblement par le picro-carmin, tandis qu'il est finement granuleux et se colore en rouge vif dans sa portion centrale, effilée.

C'est cette portion du protoplasma qui renferme le noyau. Les extrémités effilées de ces cellules se réunissent souvent par petits groupes, formant ainsi les faisceaux unis d'une gerbe, dont les faisceaux divergents seraient représentés par les extrémités périphériques de ces mêmes cellules. Cette disposition s'observe surtout au sommet des plicatures.

Enfin, on remarque dans la couche épithéliale la présence de

petites masses globuleuses, transparentes, identiques à celles que nous avons décrites au huitième jour de l'évolution, mais en nombre relativement plus considérable.

Sur les coupes perpendiculaires à l'axe du vagin de ce sujet et portant sur la portion inférieure (1 millimètre ou 1 millim. 1/2 de la vulve) de ce conduit, nous avons remarqué une disposition spéciale de la muqueuse sur laquelle nous croyons devoir insister.

Dans toute l'étendue du conduit contiguë au canal de l'urètre, la muqueuse présente un revêtement épithélial très analogue à



Fig. 6. — Mus musculus; coupe transversale du vagin et du canal de l'urètre au 9e jour du cycle.

celui des premiers jours de l'évolution. En effet, ce revêtement est constitué par des cellules polyédriques, stratifiées sur quatre ou cinq couches. Les plus superficielles sont losangiques et fortement granuleuses. A la partie médiane de cette paroi supérieure du vagin, le revêtement épithélial forme des dépressions en doigts de gant, tantôt simples, tantôt bi ou trilobées. Ces dépressions sont entièrement comblées par les mêmes cellules épithéliales que celles du revêtement.

Sur les côtés de la paroi supérieure, la couche épithéliale se transforme insensiblement pour revêtir les caractères d'un épithélium muqueux, identique à celui qui forme le revêtement de toute la muqueuse en un point plus profond du vagin, et que nous avons décrit plus haut.

Sur les limites extrêmes de cette paroi supérieure, on remarque une ou deux dépressions bi ou trilobées, tapissées des mêmes cellules cylindro-coniques muqueuses qui constituent le revêtement.

Dixième jour après le coït.

♀ XIX. — On observe à cette époque une période d'arrêt dans l'évolution épithéliale. La couche profonde des petites cellules rondes granuleuses est identique à celle du jour précédent. Les cellules superficielles muqueuses présentent la même disposition que précédemment; elles sont peut-être un peu plus développées et plus nombreuses.

Mais, si la transformation muqueuse est complète dans les parties profondes du vagin il n'en est pas de même dans la portion initiale ou vulvaire de ce conduit.

La paroi supérieure du canal, à ce niveau, que nous avions vue précédemment encore identique au premier jour du cycle, et avec un retard manifeste dans la transformation épithéliale de son revêtement, va également se transformer rapidement vers le type muqueux.

Au dixième jour, on peut constater l'envahissement progressif de cette portion du canal par la couche épithéliale avoisinante, en même temps que la partie moyenne de la couche épithéliale en retard va présenter les différents stades de la transformation que nous avons étudiée au troisième, au quatrième et au cinquième jour. A ce niveau même il se produit quelque chose d'analogue à ce que l'on a observé dernièrement dans le renouvellement épithélial de la muqueuse utérine, en ce sens que le processus de transformation semblerait débuter par la partie profonde des invaginations de l'épithélium de revêtement.

Onzième jour après le coït.

♀ XLV. — La transformation de l'épithélium vers le type muqueux est complète dans toute la hauteur du vagin. Dans la partie profonde de ce conduit, la couche épithéliale est identique à ce qu'elle était au neuvième jour. Dans la paroi supérieure de la portion péri-vulvaire, les dépressions signalées précédemment pré-

sentent toutes un revêtement franchement muqueux. Les cellules superficielles sont volumineuses, turgescentes et se rapprochent davantage du type caliciforme que du type cylindrique. Leur protoplasma est transparent, et le noyau est rejeté vers la partie profonde de la cellule.

XVI. — Chez ce sujet, sacrifié en pleine gestation, la couche épithéliale est muqueuse, mais les deux ou trois rangées de cellules



Fig. 7. — Mus musculus au 11e jour du cycle. — Couche épithéliale de la muqueuse du vagin.

les plus superficielles sont manifestement en voie de prolifération. Les cellules adultes sont surtout remarquables par les prolongements ou les pédicules qu'elles envoient vers les couches profondes.

Douzième jour après le coït; gestation.

♀ XIV. — La couche épithéliale est toujours identique. On remarque seulement à sa surface une couche de mucus plus ou moins abondante, dans laquelle on peut reconnaître des débris de cellules et quelques noyaux.

♀ L. — Même disposition.

Treizième jour après le coit.

♀ XXVII. — On assiste à ce moment à une véritable rénovation des cellules superficielles. Celles-ci, en nombre plus ou moins considérable dans les divers points de la muqueuse, semblent se fondre. On constate sur nos diverses préparations, une couche assez abondante de mucus à la surface de la muqueuse, et, dans cette couche, il est assez facile de voir ou bien des cellules superficielles détachées, ou bien des débris cellulaires ou des noyaux.

Les cellules allongées de la partie moyenne sont en prolifération manifeste, et celles d'entre elles dont la transformation est plus avancée, tendent bien vers le type cylindrique ou caliciforme.

Les petites cellules rondes de la couche profonde sont en voie de multiplication nucléaire. C'est à ce moment qu'on peut s'expliquer la présence des vacuoles et des lacunes transparentes inter-cellulaires, signalées plus haut. Celles-ci, après avoir été turgescentes, se sont ouvertes à la surface et ont laissé échapper leur contenu muqueux. Le processus de la fonte cellulaire aurait donc débuté par quelques-unes des cellules les plus profondes avant de gagner et de comprendre toutes les cellules de la superficie.

Quatorzième jour après le coït.

XXX. — Chez ce sujet dont le rythme décadaire du vagin a évolué avec un léger retard de quatre jours, il n'y a pas eu

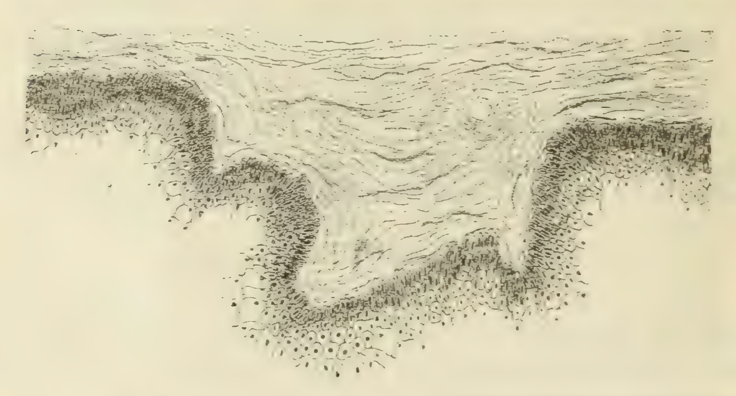


Fig. 8. — Mus musculus au 14e jour du cycle. — Couche épithéliale de la muqueuse du vagin.

probablement d'accouplement et dès lors, la période de rut étant écoulée, la couche superficielle de la muqueuse s'est desquamée en masse pour former ces productions désignées par M. Lataste sous le nom de pellicules vaginales et qui sont expulsées de la vulve lorsqu'il n'y a pas eu coït à l'époque du rut.

Aussi constate-t-on sur cette pièce une muqueuse réduite seulement à son plan de cellules profondes, ovoïdes. Tout à fait à la superficie on trouve encore une rangée de petites cellules irrégulières ou légèrement polyédriques par pression réciproque.

♀ XXIV. — Sujet sacrifié en gestation.

Pendant toute la durée de la gestation, la couche épithéliale de la muqueuse, primitivement pavimenteuse, et devenue cylindrique ou caliciforme, conserve cet aspect en s'exagérant même jusqu'au moment de la parturition.

Aussi ce sujet, au quatorzième jour de la fécondation, nous offre-t-il une couche épithéliale cylindrique identique à celle des jours précédents.

Quinzième jour de la gestation.

♀ XXVI. — La couche superficielle de la muqueuse est formée d'une double ou triple rangée de cellules caliciformes, dont les unes sont en voie de fonte cellulaire, et les autres sont turgescentes et comprimées par leurs voisines. Les plus profondes présentent un long pédicule, et elles se groupent par bouquets dont les éléments semblent s'étaler à la surface libre de la muqueuse. Dans la couche profonde les petites cellules cylindriques ou ovoïdes sont en voie de multiplication nucléaire, tandis que les cellules moyennes présentent tous les types intermédiaires depuis la forme circulaire, ovoïde ou cylindrique, dont l'aboutissant ultime est la cellule muqueuse cylindrique ou caliciforme.

♀ XLVI. — Chez ce sujet en gestation normale, on observe la même disposition des cellules; mais de plus on trouve la cavité du vagin presque remplie par du mucus et de nombreux débris cellulaires.

Seizième jour du cycle.

♀ XXIII. — Sur ce sujet qui n'a probablement pas été fécondé, on assiste au premier stade de la régression des éléments épithéliaux vers leur forme primitive au moment du rut, nous voulons dire la forme pavimenteuse stratifiée. Dans la partie profonde du vagin, voisine de l'utérus, la muqueuse reste telle qu'elle était dans les stades précédents. Mais, au voisinage de la vulve, on peut remarquer que les cellules cylindriques muqueuses deviennent de plus en plus rares, en même temps qu'elles reposent sur une couche de petites cellules dont la forme tend à se rapprocher de celle des cellules du corps muqueux de Malpighi. Enfin plus bas

encore, vers la vulve, les cellules muqueuses disparaissent complètement, et le revêtement épithélial redevient identique à ce qu'il était au premier jour du cycle. La régression semblerait donc se faire de la vulve vers la partie profonde du vagin par desquamation, ou fonte muqueuse des éléments superficiels, et retour à la forme primitive des cellules profondes.

Dix-septième jour du cycle; gestation.

♀ XXXII. — Ce sujet en gestation présente un revêtement épithélial formé de cellules cylindriques ou caliciformes qui ne diffère en rien de celui des sujets précédents.

♀ XXXIX. — Sur ce sujet non fécondé, la régression cellulaire est plus avancée. A la partie moyenne du vagin, on constate que presque toute la paroi supérieure, contiguë au canal de l'urèthre, est formé de plusieurs couches de cellules dont les profondes sont cylindriques, rondes ou ovoïdes; dont les moyennes sont polyédriques et les superficielles losangiques et subissent même le processus de kératinisation. On retrouve donc la configuration exacte de la muqueuse au premier jour du cycle. Sur les parois latérales et inférieures, à ce niveau, la couche superficielle de cellules cylindriques muqueuses persiste encore de la même façon qu'au neuvième jour du stade, ainsi que nous l'avons représenté dans la figure 6.

Dix-huitième jour de la gestation.

♀ XXXVII; ♀ XXXVIII. — Ces deux sujets ne présentent rien de caractéristique. La couche épithéliale superficielle reste toujours formée de cellules cylindriques ou muqueuses qui sont remplacées à mesure qu'elles tombent, et cela aux dépens des cellules de la couche profonde.

Dix-neuvième jour.

♀ XL. — Il en est de même pour ce sujet.

A partir de cette époque jusqu'au moment de la parturition, on

constate un effacement de plus en plus manifeste des plicatures de la muqueuse, qui, au moment, ou quelque temps après la parturition, sont réduites à de petites saillies recouvertes par plusieurs plans de grosses cellules caliciformes turgescentes. Chez les rongeurs comme le cobaye (voir figure 10), cette disposition est très manifeste.

Vingtième jour.

XLIII; ♂ XVIII. — Sujet en gestation, même disposition.

Vingt et unième jour.

♀ XLII. — Chez ce sujet sacrifié aussitôt après la parturition, immédiatement avant le coït qui suit généralement ce phénomène,

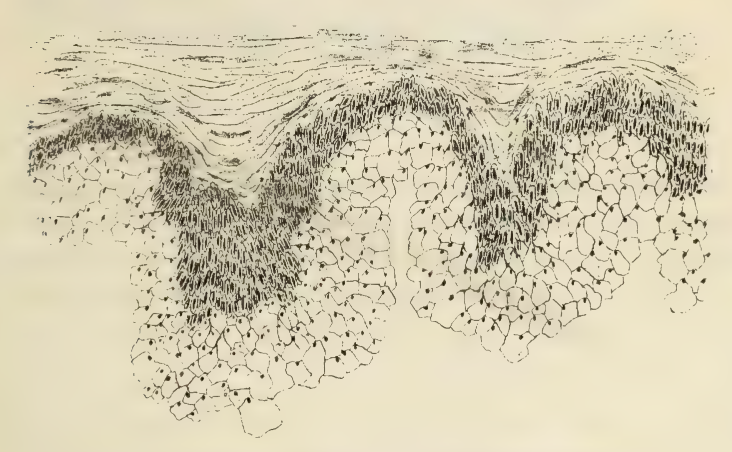


Fig. 9. — Mus musculus au 21e jour du cycle. — Après parturition.

la prolifération des éléments muqueux a atteint pour ainsi dire son apogée. La muqueuse est, en effet, essentiellement constituée par un plan profond de deux ou trois rangées de petites cellules cylindriques ou ovoïdes, tassées les unes contre les autres. Au-dessus de ces dernières on trouve cinq ou six rangs de grosses cellules muqueuses dont les plus superficielles sont turgescentes et semblent de ce fait avoir perdu leur forme primitive. En effet, elles sont constituées par une masse de protoplasma très transparent, n'offrant pas grande affinité avec les réactifs colorants, et un

noyau, généralement petit, déjeté à la base de la cellule ou sur ses parties latérales.

♁ XXXI. — Ce sujet, qui n'avait pas été fécondé, présente une muqueuse dont la régression cellulaire est complète et qui offre le même aspect qu'au jour même du rut.

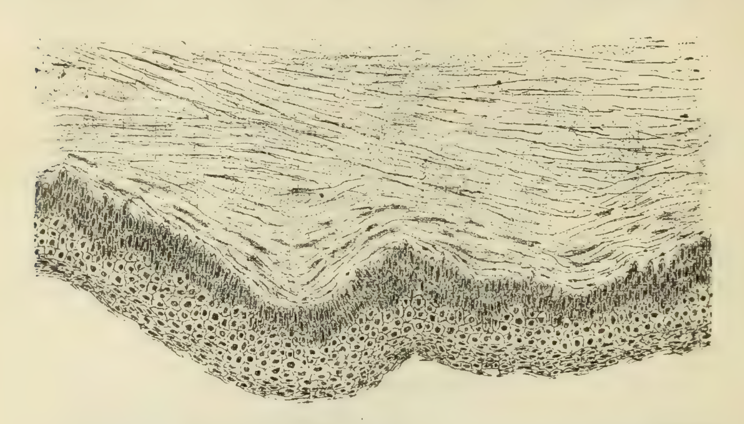


Fig. 10. — Mus musculus au 21e jour du cycle. — Couche épithéliale de la muqueuse du vagin.

Nos observations, avons-nous déjà dit, ne se sont pas bornées à l'examen des souris blanches seulement. Sur cinq autres rongeurs, nous avons eu l'occasion de répéter ces examens, et leur résultat a toujours été sensiblement analogue à ce que nous avons observé sur la souris. Chez le rat noir ou albinos, au moment même du rut, on constate une muqueuse dermique identique à celle de la souris. Il en est de même, d'ailleurs, chez presque tous les rongeurs. — A une époque plus avancée du rythme génital, nous avons constaté la transformation des cellules pavimenteuses stratifiées en de belles cellules cylindriques ou caliciformes surtout remarquables chez le cobaye (fig. 11) et chez le lapin. — Chez les meriones Schawii la transformation est presque identique à celle observée chez la souris.

De l'ensemble de ces observations il semble évident que le revêtement épithélial de la muqueuse du vagin d'un grand nombre de rongeurs ne reste pas fixe dans sa morphologie, suivant que tout l'appareil génital de ces animaux est dans une phase de repos ou d'activité fonctionnelle. La transformation des éléments cellulaires semble s'accorder et coïncider exactement avec la fonction physio-

logique. Les cellules profondes de la muqueuse, cellules jaunes, évoluent alternativement selon l'un quelconque des types que nous avons décrits, type pavimenteux, ou type cylindrique muqueux; et



Fig. 11. — Cavia porcellus. — Couche épithéliale de la muqueuse du vagin quelques jours après la parturition; pendant la lactation.

cette évolution est directement influencée par la différence de fonction de l'organe; or comme celle-ci est rythmique, il s'ensuit que la transformation épithéliale est également rythmique.

L'EAU DE MER ARTIFICIELLE

COMME AGENT TÉRATOGÉNIQUE

Par G. POUCHET et L. CHABRY[1]

Les recherches qui font l'objet de ce mémoire ont été faites dans le but de connaître l'influence que peut exercer sur la forme et la constitution anatomique des animaux marins une modification rapide et forte de la composition chimique du milieu dans lequel ils sont habitués de vivre. Sachant les difficultés qui s'attachent à toute culture d'animaux, même dans les conditions les plus normales, il était à craindre que l'élevage des sujets dans des eaux artificielles fût plus difficile encore et de plus courte durée ; il importait donc de prendre pour sujets d'expériences des larves à la fois vigoureuses et d'un développement rapide permettant de juger, même après un temps très court, l'effet obtenu. Les larves Pluteus des oursins nous ont paru présenter les meilleures conditions. Une circonstance toute naturelle, l'existence d'un squelette, détermina le choix de l'altération à faire subir à l'eau de mer en attirant notre attention sur la chaux.

Ce squelette présente en effet à l'expérience une commodité manifeste, et il serait difficile de rencontrer un animal dont la charpente solide eût un développement plus hâtif que celle de l'oursin, qui se constitue vers la fin du second jour de l'évolution.

Si la chaux qui sert à l'édification du squelette de ces animaux ne se trouve pas déjà en réserve dans le vitellus de l'œuf, mais est effectivement empruntée à l'eau de mer, si d'ailleurs la suppression de la chaux dans celle-ci n'entraîne pas l'arrêt de développement des animaux, il devient manifeste *a priori* que des modifications

1. Travail du Laboratoire de Concarneau. — Voy. *Sur le développement des larves d'oursins dans l'eau de mer privée de chaux*, Soc. de Biologie, 12 janvier 1889.

importantes dans la forme des larves doivent être apportées par un changement relativement simple de la composition du milieu ambiant.

La rapidité même avec laquelle se forme le squelette rendait improbable que tous les éléments en fussent fournis par le vitellus; toutefois une analyse préalable pouvait seule en donner la certitude. Par la dilacération des ovaires on recueille aisément des œufs d'oursins en telle quantité qu'on le désire et par le passage au travers d'un fin tamis (la gaze de soie des filets fins est très convenable à cet usage) on les débarrasse de toute substance étrangère; on obtient ainsi une bouillie d'œufs très claire qu'il faut, avant toute analyse, débarrasser de l'eau de mer qui lui sert d'excipient et qui renferme elle-même de la chaux. Dans ce but les œufs sont lavés soigneusement et plusieurs fois, par décantation, avec une eau de mer fabriquée par synthèse et exempte de chaux. Après ce lavage quelques œufs sont prélevés et placés dans de l'eau ordinaire où ils se développent parfaitement, ce qui démontre qu'ils n'ont nullement été altérés. La masse des œufs lavés est soumise à l'incinération et la recherche de la chaux est faite dans les cendres par les procédés ordinaires. En opérant de la sorte sur les œufs extraits de quinze ovaires, c'est-à-dire de trois oursins, nous n'avons pas trouvé de chaux en quantité appréciable. On n'en trouve pas davantage en faisant l'analyse en bloc de toute la substance ovarique, tandis qu'on en trouve au contraire aisément en appliquant le même traitement à un nombre même très restreint de pluteus. Sans nous arrêter davantage à l'analyse du vitellus, nous signalons en passant l'existence du fer en quantité notable; ce métal concourt sans doute à la constitution du pigment.

Puisque le vitellus de l'œuf d'oursin ne renferme pas de chaux, la qualité de l'eau de mer doit influer d'une manière rapidement appréciable sur les spicules et par là sur la forme même de l'animal; mais avant d'aborder l'expérience il convient d'envisager d'abord la composition de l'eau de mer. Les analyses qui ont été données par les auteurs pour les différentes mers présentent entre elles des différences assez grandes et on peut, à notre point de vue, les ranger en trois groupes. L'Atlantique, la Manche, la mer du Nord et la Méditerranée renferment une quantité de chaux qui, évaluée en sulfate, s'élève de 1 gr. 11 à 1 gr. 4 : une analyse de l'eau recueillie dans les bassins de l'aquarium de Concarneau nous

a donné le chiffre un peu plus fort de 1 gr. 5. Un second groupe de mers comprend la Caspienne, la mer d'Azow et la mer Noire, mers dont la densité, comme on le sait, est faible et qui ne renferment que 0,1 à 0,4 de sulfate de chaux. Enfin nous plaçons dans un troisième groupe deux analyses de l'Océan et de la Méditerranée, rapportées dans le traité de chimie de Malaguti et d'après lesquelles la quantité de sulfate de chaux serait seulement de 0,15 par litre pour ces deux mers, plus une quantité très faible de carbonate. La différence entre ces deux dernières analyses et celles du premier groupe qui se rapportent cependant aux mêmes eaux, devrait si elle est réelle être prise en grande considération, car elle est, comme nous le verrons plus loin, de l'ordre de celles qui peuvent exercer une influence notable sur le développement des animaux que nous étudions.

Nos premiers essais de culture ont été faits avec une eau entièrement artificielle, faite d'après la formule donnée par Malaguti pour l'Océan en supprimant seulement les sels de chaux. Bien que cette eau eût la densité de 1,0286, qui est la moyenne de l'Atlantique et qui est précisément la densité de l'eau de la baie de Concarneau, elle ne nous a permis de faire aucun élevage convenable; le plus souvent la segmentation de l'œuf n'a même pas eu lieu. Sans nous arrêter à chercher les causes de ce singulier phénomène nous avons, pressés par le temps, tenté une autre méthode consistant à précipiter par des réactifs convenables la chaux contenue dans l'eau de mer naturelle. Cette méthode, commode à beaucoup d'égards et qui a immédiatement permis l'élevage des œufs, n'est cependant pas sans présenter quelques désavantages qu'il importe de signaler dès le début. Les précipitations sont, comme on sait, le résultat d'une décomposition par double échange suivant les lois de Berthollet; supposons par exemple que l'eau de mer soit additionnée d'oxalate de potasse, celui-ci forme avec le sulfate ou les autres sels solubles de la chaux un oxalate de chaux qui se précipite et du sulfate de potasse qui reste dissous; on ne peut donc éliminer la chaux qu'au prix de son remplacement par une petite quantité correspondante de potasse. En faisant usage d'autres oxalates on pourra au lieu de la potasse substituer la soude, l'ammoniaque, etc. Nous ne rapporterons ici que les essais faits avec ces trois derniers corps, c'est-à-dire avec les oxalates neutres de soude ou d'ammoniaque. Pour ce qui est de la petite quantité d'autres sels qui pour-

raient être entraînés mécaniquement par le précipité, elle est assurément négligeable. Voici la marche qui a été suivie pour instituer chaque essai. Des expériences préalables ayant montré que l'addition d'eau douce en quantité même considérable, par exemple un quart ou même un tiers du volume de l'eau de mer, n'apporte, dans le début, aucune entrave au développement des pluteus, nous ne nous sommes pas préoccupés de compenser par évaporation la petite quantité d'eau distillée qui servait de dissolvant aux réactifs. L'eau de mer après l'addition de la substance étrangère a été laissée en repos pendant vingt-quatre heures, puis décantée ou filtrée. Même après ce long temps la précipitation n'est pas encore complète et il se dépose à la surface de l'enveloppe muqueuse de l'œuf des petits cristaux qui rendent très apparent son contour pâle difficile à saisir sans cette circonstance. Ces cristaux, du reste fort petits et en nombre restreint, ne paraissent, comme corps étrangers, apporter aucun obstacle au développement. La ponte et la fécondation étaient effectuées dans l'eau de mer ordinaire, les œufs et les spermatozoïdes étaient recueillis à l'extrémité même de l'oviducte et du spermiducte sur des parents en pleine maturité sexuelle, pendant le mois d'octobre. Un cinquième de centimètre cube de la bouillie claire d'œufs fécondés était jeté successivement dans différents vases de culture contenant chacun cinquante centimètres cubes du liquide essayé. La bouillie était agitée avec soin avant chaque prise d'œufs, de telle sorte que non seulement les œufs étaient parfaitement mélangés, mais encore ils étaient portés sensiblement en même nombre dans chaque vase de culture. Parmi ceux-ci, l'un contenait toujours de l'eau de mer ordinaire et servait de témoin.

Oxalate neutre d'ammoniaque. — Ce corps étant le plus habituellement usité pour la précipitation de la chaux dans les recherches d'analyse, parce qu'il détermine une réaction plus parfaite, il était naturel d'en faire l'essai en premier lieu. Une solution renfermant 32 grammes de sel anhydre par litre a été employée à la dose de 2 à 8 centimètres cubes, soit 0 gr. 064 à 0 gr. 256 de sel pour un litre d'eau de mer. Même avec la plus faible de ces doses les œufs ont été frappés d'un fort arrêt de développement. La plupart sont demeurés à des stades inférieurs à celui de 32 cellules, et un seul, si encore il ne s'agit pas de quelque erreur, est arrivé au stade gastrula. L'enveloppe muqueuse de l'œuf et la vitelline sous-jacente ont en général persisté et étaient couverts de petits cristaux comme

il a été dit plus haut. La quantité de chaux enlevée à l'eau de mer dans cette première série d'essais est bien inférieure à la totalité et n'atteint pas celle que nous avons pu enlever par d'autres moyens sans nuire de la même manière au développement des œufs. Il n'y a donc pas de doute que l'effet observé ne soit dû avant tout à l'action des sels ammoniocaux formés par double échange pendant la précipitation et non à l'absence d'une partie de la chaux.

Oxalate neutre de potasse. — La potasse comptant parmi les bases qui se trouvent à l'état salin dans l'eau de mer, on pouvait prévoir que son introduction en plus grande quantité par suite du double échange n'aurait pas les mêmes inconvénients que l'introduction de l'ammoniaque. Cependant la quantité de potasse ainsi apportée n'est nullement négligeable par rapport à celle qui existe déjà, car pour précipiter toute la chaux il faudrait théoriquement plus que doubler la proportion naturelle des sels potassiques de l'eau de mer; mais nous allons voir qu'on obtient des effets sensibles par l'action de quantités relativement faibles du réactif. La solution employée contenait par litre 18 gr. 5 de sel anhydre et il en a été fait usage aux doses de 15 à 30 centimètres cubes, soit 0 gr. 347 à 1 gr. 85 pour un litre d'eau de mer. La quantité de potassium correspondant à la plus faible de ces doses est de 0 gr. 257, chiffre inférieur à la normale de l'Océan, qui d'après Malaguti serait 0 gr. 261; il est vrai que d'autres analyses de la même mer ne signalent pas la présence du potassium. Quoi qu'il en soit, les élevages dans l'eau ainsi préparée ont donné : 1° de nombreux monstres de formes variées, mais qu'on peut également rencontrer dans les élevages dans l'eau naturelle ou modifiée de manières très diverses; nous ne les décrirons donc pas puisqu'ils n'ont aucun rapport nécessaire avec l'expérience; 2° des individus assez bien conformés qui représentent le meilleur développement possible et ce qu'on peut appeler l'état normal des larves correspondant au milieu proposé; ce sont évidemment ces individus qui caractérisent l'expérience et nous en donnerons brièvement l'histoire.

Le début de l'évolution est normal; à la fin du second jour les sujets sont à l'état de gastrula régulière sans spicules, alors que les témoins sont déjà pourvus latéralement et de chaque côté d'une petite étoile calcaire à trois branches. L'apparition des spicules est retardée jusqu'au quatrième ou cinquième jour et ils ont alors à peu près la dimension des spicules normaux des larves de quarante-

huit heures. Pendant ces cinq jours le développement des autres organes ne subit pas un arrêt proportionnel et, vers la quatrième journée, le proctodæum ou rectum larvaire se forme et l'intestin se trouve différencié en trois régions dont la forme et la structure sont sensiblement normales. Le mésoderme, le tégument et le reste se développent à la manière ordinaire, mais la forme générale (fig. 2

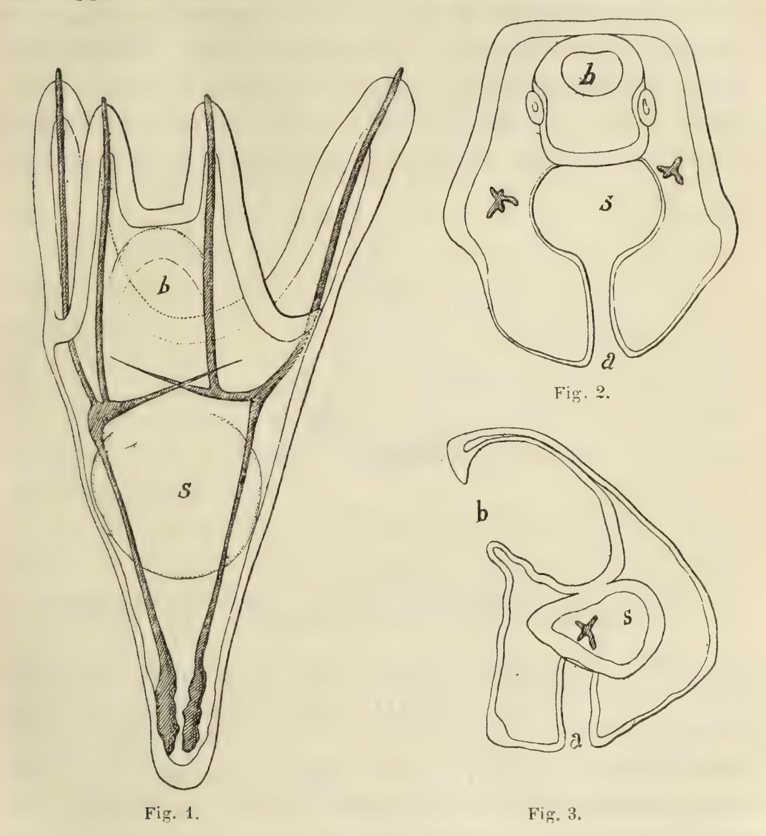


Fig. 1. — Pluteus à peu près normal âgé de cinq jours, vu par la face opposée à celle qui porte l'anus. — Fig. 2. Pluteus âgé de cinq jours élevé dans l'eau de mer traitée par l'oxalate de potasse, vu par la face qui porte la bouche. — Fig. 3. Le même, vu de profil. Les spicules sont teintés d'une manière uniforme, l'ectoderme et l'endoderme sont indiqués par un double contour. Toutes les figures sont dessinées à la chambre claire et au même grossissement.

a. Anus; — *b.* Bouche; — *s.* Estomac.

et 3) est profondément altérée; l'absence de spicules, au début, entraîne celle des bras et la seule indication de ceux-ci consiste en un ruban épithélial épaissi qui borde le contour de la face buccale. La forme générale de l'animal est à peu près hémisphérique, la

bouche étant située sur la face aplatie près du bord antérieur. Les vues de face et de profil des figures 2 et 3 dispensent d'une plus longue description. Ces dessins ont été faits à la chambre claire d'après un individu âgé de 5 jours; il suffit de les rapprocher de la figure 1, qui représente un individu normal âgé également de cinq jours, pour être frappé de la différence. Les jours suivants, les spicules se développent un peu plus, mais toujours avec lenteur et irrégularité et ils demeurent finalement très grêles. Tous les individus ne se ressemblent pas du reste exactement et il en est quelques-uns dont le bord antérieur de la face buccale (qui normalement porte un bras à chaque extrémité) se développe en un prolongement

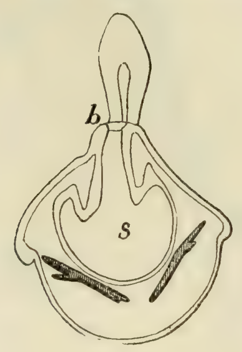


Fig. 4.

Fig. 4. — Pluteus âgé de dix jours. montrant un bras unique dépourvu de squelette et à la base duquel est l'orifice buccal. (Mêmes lettres que ci-dessus.)

prolosciforme qui représente pour ainsi dire les deux bras antérieurs soudés. Ce prolongement qui n'est soutenu par aucun squelette est remarquable par l'épaisseur de la couche ectodermique qui en forme le revêtement et en constitue même la plus grosse part. Un pareil individu muni de deux spicules simples, en bâtonnets, est représenté figure 4; il est âgé de dix jours.

Tel est l'état des cultures dans l'eau additionnée de 30 centimètres cubes de la solution oxalique; avec 50 centimètres cubes, le retard du développement est encore plus marqué, car le stade gastrula n'est atteint qu'au troisième jour et n'est pas dépassé. Dans la suite l'invagination paraît s'atrophier ou se résorber et les sujets meurent à l'état de petites vésicules arrondies et flétries.

Nous n'avons donc pu obtenir, par l'emploi de l'oxalate de potasse, de vrais pluteus exempts de spicules, car la dose du réactif

qui serait nécessaire pour obtenir ce résultat est déjà capable d'arrêter tout développement au delà du stade gastrula et d'entraîner la mort. Cependant comme la résistance ou la vitalité propre des œufs joue ici un grand rôle, il est possible qu'en ménageant convenablement l'action du réactif et surtout en faisant usage de pontes en parfait état on puisse obtenir des résultats plus complets que les nôtres. A ce sujet nous noterons que les meilleures pontes sont fournies par les oursins tout récemment cueillis, car la captivité n'est pas moins nuisible pour ainsi dire à la ponte qu'aux parents eux-mêmes, qui ne la supportaient guère plus de vingt à trente jours dans nos bassins.

Oxalate neutre de soude. — Par l'action de ce réactif la chaux est remplacée par une quantité équivalente de soude. Ce corps est donc *a priori* le plus inoffensif de tous, car la soude à l'état salin se trouvant déjà en grande quantité dans l'eau de mer, on conçoit que l'apport d'une quantité nouvelle et faible doive être négligé. Pas plus que les autres oxalates celui-ci ne permet du reste une précipitation complète de la chaux et même après l'addition d'un excès, on trouve toujours des traces de chaux en la cherchant dans le liquide après concentration. Le précipité formé par l'addition directe du réactif est exempt de magnésie.

La solution employée contenait par litre 27 gr. 6 de sel supposé anhydre et elle a été employée aux doses de 4 à 100 centimètres cubes pour un litre d'eau de mer, soit de 0 gr. 11 à 2 gr. 76. Cette dernière quantité est théoriquement plus que suffisante pour précipiter toute la chaux, mais cependant on en trouvait encore après évaporation, comme nous l'avons dit. Les élevages faits dans l'eau de mer additionnée de la dose déjà forte de 60 centimètres cubes, soit 1 gr. 65 d'oxalate de soude par litre, c'est-à-dire les élevages faits dans une eau qui, théoriquement, ne contenait plus que 0 gr. 1496 de sulfate de chaux, au lieu de 1 gr. 5 (un dosage immédiat n'a pu être fait faute de temps), ont donné des larves très actives et très vivantes, mais d'une forme toute différente de la normale et *toujours caractérisées par l'absence de spicules.* L'histoire de ces larves ne diffère pas dans les premières heures de celle des témoins élevés dans l'eau naturelle, mais tandis que ceux-ci arrivés au stade gastrula commencent depuis la 42e heure à former leurs spicules, les sujets de l'expérience traversent cette phase sans modification. A la 66e heure les pluteus témoins ont un squelette ramifié et un

intestin différencié en trois régions et les sujets sont encore de simples gastrula; ils présentent donc indépendamment de l'absence de spicules un notable retard dans le développement. Ce n'est qu'un jour plus tard, c'est-à-dire vers la 92e heure, qu'ils entrent à leur tour dans la phase pluteus caractériée pour eux par la différenciation des trois régions de l'intestin. *Ils n'ont pas de bras* et le seul indice qui en reste consiste en l'épaississement de l'ectoderme de la face buccale, principalement en avant et sur les côtés de la bouche à quelque distance de celle-ci. La forme générale est arrondie plutôt qu'hémisphérique et ils s'éloignent par là des larves chez lesquelles les spicules sont simplement petits et grêles. Après quelques jours de vie en cet état, les individus entrent en régression et meurent; pour ne pas attribuer cet effet à la seule absence de la chaux, il faut se rappeler qu'il en est de même des témoins qu'on peut, il est vrai, conserver plus longtemps, mais dont nous n'avons pas réussi à obtenir la métamorphose.

Dans des eaux encore plus dépouillées de chaux, l'évolution subit de nouvelles entraves et les individus sont incapables de s'élever au delà du stade gastrula, mais alors même qu'il ne reste plus de chaux ou qu'il n'en reste que des traces, le stade gastrula peut toujours être atteint bien qu'à la vérité par un nombre toujours moindre d'individus, c'est-à-dire seulement par ce qu'on peut appeler les plus vigoureux ou mieux les plus résistants de chaque ponte.

Lorsqu'au contraire la précipitation de la chaux n'a pas été poussée assez loin pour empêcher totalement la formation des spicules, on observe un simple retard dans l'apparition de ceux-ci et leur développement peut être entravé aux degrés les plus divers. Les spicules demeurent même irréguliers et mal ramifiés. La formation des bras est subordonnée à celle des spicules, car il ne se forme pas en général de bras qui ne soit soutenu par un squelette calcaire, et les choses se passent *comme si* la pointe squelettique repoussait devant elle l'ectoderme qui la coiffe en doigt de gant. Lorsque les bras existent, soutenus par des spicules fragiles, ils sont souvent courts, tordus, irréguliers, inégaux et parfois seulement il s'en forme un situé au-dessus et en avant de la bouche et dépourvu de spicule. Ce bras, dont nous avons déjà parlé à propos des expériences avec l'oxalate de potasse, remplace les deux bras antérieurs et semble le seul qui soit capable de se développer sans soutien. L'existence de ce bras unique donne aux individus qui en sont

munis la forme générale d'une petite poire. Le développement de pigment est en général entravé d'une manière très visible.

Dans toutes ces expériences on remarque que la différence entre les individus sains qui servent de témoin et les sujets élevés dans des conditions anormales va toujours en augmentant, après avoir été nulle au début pendant un assez grand nombre d'heures. Il est donc fort probable que si les individus élevés dans l'eau privée de chaux jusqu'à la 40e heure étaient à ce moment transportés dans l'eau normale, ils y formeraient leur squelette d'une manière régulière, mais le temps nous a manqué pour nous en assurer. Les effets observés dans l'eau précipitée par l'oxalate de soude ont toujours paru se rattacher de la manière la plus directe au simple manque de chaux.

En résumé, on voit par cette dernière série d'expériences que l'eau de mer privée environ des 9/10 de sa chaux est impuissante à fournir aux jeunes larves d'oursins un squelette même rudimentaire. Par les essais avec de faibles doses du réactif précipitant on voit également que, bien avant que la chaux ait atteint cet état de raréfaction, son absence se fait sentir de la manière la plus nuisible. Alors même qu'un dixième seulement de la chaux totale a été précipitée, les larves bien que pourvues d'un squelette sont incapables de développer leurs quatre longs bras si caractéristiques. Ce dernier résultat paraît d'autant plus singulier que, si nous nous reportons aux analyses d'eau de mer signalées plus haut, on voit que les différences naturelles de la teneur en chaux des différentes mers dépassent celles qui sont déjà suffisantes pour obtenir expérimentalement des effets très marqués; il y aurait donc lieu de rechercher directement si toutes les eaux de mer sont également propres à l'élevage des larves d'une espèce donnée ou du moins des individus de cette espèce cantonnés dans une région marine déterminée. Il est inutile d'insister sur l'importance de questions que nous n'avons pas encore été à même d'étudier directement; nous avons voulu seulement, en publiant cette partie de nos recherches, attirer l'attention sur un ordre de faits nouveau et sans doute intéressant pour la physiologie générale.

ANALYSES ET COMPTES RENDUS

A propos de l'odeur des fleurs. — Blondel : *Les produits odorants des rosiers.* (Thèse de la Faculté de médecine.)

Nous ne voulons parler de cette thèse que pour signaler un point intéressant de physiologie générale qui s'y trouve traité. On sait que les roses peuvent donner par hybridation des variétés, dont les caractères odorants diffèrent absolument de ceux des espèces parentes. On connaît par exemple telles variétés très odorantes dont l'hybride est absolument inodore, et inversement telles variétés peu odorantes dont l'hybride présente, au contraire, une odeur très forte ; en sorte que, dans cet hybride, non seulement la forme, mais — comme on pouvait s'y attendre, si l'on admet que la forme est toujours fonction de la composition chimique — les principes immédiats constitutifs des tissus de la plante sont eux-mêmes modifiés. Dès lors la variation s'étendra naturellement à l'essence (produit complexe lui-même) existant dans les cellules superficielles des pétales, et dont la composition chimique est évidemment une résultante des principes immédiats cellulosiques, albuminoïdes, salins, etc., qui entrent dans la composition des tissus au voisinage desquels cette essence s'est formée dans le cytoplasme à la façon d'un produit de sécrétion.

Rappelons encore, à ce sujet, que l'odeur d'une rose ne paraît point être une émanation directe dans l'air atmosphérique de l'essence mise en contact avec celui-là par quelque rupture cellulaire. Ce point resterait à étudier. Si, en effet, l'odeur d'une rose (et cette remarque s'applique à nombre de fleurs) n'est point due à une rupture cellulaire, il faut admettre que les particules odorantes arrivent à nos organes à travers la paroi cellulaire et la cuticule. En d'autres termes, nous ne sommes impressionnés que par les molécules odorantes d'abord dissoutes dans ces parois cellulaires et dans la cuticule, d'où elles diffusent dans l'atmosphère. On comprend que les principes immédiats, susceptibles de dialyser ainsi à travers la cellulose, puissent différer notablement de l'essence intracellulaire et que, toutes choses égales, celle-ci extraite intégralement des cellules qui la contiennent, n'affecte pas notre muqueuse olfative de la même façon que la fleur intacte.

G. P.

Le Propriétaire-Gérant :
Félix ALCAN.

Coulommiers. — Imp. P. BRODARD et GALLOIS.

LE PLACENTA DES RONGEURS

Par Mathias DUVAL.

(*Planches XIV et XV.*)

INTRODUCTION

Depuis cinq ans environ nous avons poursuivi ces recherches sur le placenta des Rongeurs; commencées dans le simple but d'élucider quelques détails relatifs à la circulation placentaire, elles nous ont entraîné à l'étude de l'histologie complète et de l'histogenèse des annexes des Rongeurs, et nous voyons chaque jour la nécessité d'étendre davantage notre champ d'investigation, non seulement au point de vue anatomique, mais encore au point de vue physiologique, pour la fonction glycogénique par exemple, les éléments qui en sont le siège devant être exactement déterminés quant à leur signification morphologique. Les faits d'histogenèse que nous avons découverts dès le début étaient si paradoxaux que nous n'avons voulu les faire connaître qu'après les vérifications les plus complètes, consignant d'abord nos résultats dans de courtes notes (Société de biologie) destinées à établir les droits de priorité. Ces notes ont attiré l'attention de quelques embryologistes et suscité déjà des travaux de contrôle, qui ont confirmé nos résultats et donné même quelques-uns des faits de détail que nous réservions pour un mémoire complet. Cependant nous retardions toujours la publication de ce mémoire, parce que, en étendant nos recherches, nous arrivions à en généraliser les résultats, et que nous sentions que l'ordre même de ces recherches ne devait pas être celui de leur exposé : ainsi, ayant d'abord étudié le placenta du cochon d'Inde, puis celui du lapin, nous avons compris que c'est par ce dernier qu'il faut commencer l'exposé des annexes des Rongeurs, parce que les dispositions en sont plus simples et peu-

vent servir d'introduction à l'étude de celles du cochon d'Inde, de la souris et du rat. Ce sont ces péripéties successives de nos études, parallèlement avec les travaux de contrôle qu'elles ont déjà suscités, que nous devons exposer en quelques pages d'introduction.

En effet, le début de nos recherches sur le placenta des Rongeurs remonte à la fin de l'année 1884. A cette époque, le Dr Curie fit, à la Société de biologie, une très intéressante communication sur le passage des injections de la mère au fœtus, et du fœtus à la mère, à travers le placenta, chez le cochon d'Inde et chez le lapin [1]. Il avait été amené, par ses recherches expérimentales, à admettre une communication entre les vaisseaux du fœtus et ceux de la mère, dans le placenta, mais il n'avait pas étudié anatomiquement cette communication. Sur des placentas injectés de cochon d'Inde, qu'il voulut bien me confier, j'entrepris une série de coupes microscopiques pour élucider cette question. Mais je me trouvai aussitôt en présence de formes cellulaires énigmatiques, que je cherchai à interpréter en étudiant les premières phases du développement du placenta et l'origine de ses éléments anatomiques. Cette étude, longue et laborieuse, car je m'attachai à examiner la série complète des stades successifs du développement du cochon d'Inde, me mit en présence de faits si singuliers au point de vue de la nature et de la disposition des éléments anatomiques en question, que, abandonnant provisoirement la question des injections et du passage de la mère au fœtus, je poursuivis exclusivement l'étude de l'origine et du développement du placenta et de l'ensemble des annexes du fœtus du cochon d'Inde. Ces recherches ne m'auraient certainement pas amené à un résultat satisfaisant, si je n'avais été conduit, en même temps, par des nécessités d'enseignement [2], à me mettre au courant des récents travaux sur l'inversion des feuillets blastodermiques chez les Rongeurs, et à vérifier les belles recherches de Selenka sur ce sujet [3]. Le cochon d'Inde est en effet, de tous les Rongeurs, celui qui présente le phénomène de l'inver-

1. Eugène Curie, *Sur la communication directe placentaire de la mère au fœtus.* (*Compte rend. Soc. de biologie*, 20 décembre 1884, p. 733.)

2. Cours à l'École d'anthropologie (1885) *sur les feuillets du blastoderme et leur signification générale*; une partie de ces leçons et des figures employées ont été reproduites dans la thèse d'agrégation d'Assaky. (G. Assaky, *Origine des feuillets blastodermiques chez les Vertébrés*, Paris, 1886.)

3. E. Selenka, *Studien ub. Entw. der Thiere*, IIIm Hft. (*Die Blatterumkehrung in Eider Nagethiere.*)

sion blastodermique sous sa forme la plus complexe et la plus anormale : nous décrirons en détail ces dispositions générales au cours du présent travail.

Le résultat de ces premières recherches sur le placenta du cochon d'Inde fut communiqué à la Société de biologie[1] : nous y annoncions ce fait absolument paradoxal que le placenta apparaît d'abord sous la forme d'un épaississement de l'ectoderme de l'embryon, et que cette masse ectodermique fœtale est bientôt envahie d'abord par des vaisseaux d'origine maternelle, puis par des vaisseaux venant du fœtus (allantoïde). Quant à la morphologie même des cellules de cette masse ectodermique, nous signalions ce fait remarquable que ces cellules ectodermiques sont fusionnées en un réseau de travées protoplasmiques semées de noyaux, sans qu'il soit possible de distinguer les limites de chaque cellule correspondant à chaque noyau.

Cette dernière disposition avait déjà été signalée par Laulanié[2], qui, dans deux notes communiquées à la Société de biologie, avait décrit ce qu'il désignait sous le nom de zone fonctionnelle du placenta maternel, comme formé tout entier par une cellule unique, c'est-à-dire par une masse de protoplasma continue et homogène (non réductible en cellules distinctes) parsemée irrégulièrement de noyaux. Il avait comparé cette masse à un plasmode de myxomycètes, et proposait de la désigner sous le nom de *symplaste placentaire*. Ce symplaste étant creusé de lacunes pleines de sang maternel, il lui assignait pour origine un processus conjonctivo-vasculaire de la muqueuse utérine, c'est-à-dire un développement de cellules vaso-formatives. « La cellule placentaire du cobaye, disait-il (*Jour. d'hist. nat. de Bordeaux*, 30 avril 1885, page 51), est creusée d'un réseau capillaire sanguin absolument dépourvu d'endothélium. Ces hématies touchent directement au protoplasma, fait qui n'a d'analogue que dans les cellules vaso-formatives, où l'on voit se former de toutes pièces les globules du sang. »

Dans un historique complet à propos de chacun des chapitres

1. Mathias Duval, *Sur les premières phases du développement du placenta du cobaye*. (*Bull. Soc. de biologie*, 12 mars 1887, p. 148.)

2. Laulanié, *Sur une nouvelle espèce d'élément anatomique : la cellule placentaire de quelques Rongeurs* (*Biologie*, 21 février 1885); — *Sur le processus vaso-formatif qui préside à l'édification de la zone fonctionnelle du placenta maternel dans le cobaye* (*Biologie*, 20 nov. 1886); — *Sur la nature de la néoformation placentaire et sur l'unité du placenta* (*Journ. d'hist. naturelle de Bordeaux*, 30 avril 1885, n° 4, p. 50.)

principaux du présent mémoire, nous verrons que Laulanié avait déjà été précédé lui-même dans la description du symplaste placentaire par un anatomiste anglais, par Creighton [1]. Pour le moment, dans cette introduction historique des conditions dans lesquelles ont paru mes premières notes, il suffira de faire remarquer combien nous étions loin, Laulanié et moi, d'être d'accord sur la nature, c'est-à-dire l'origine de ce symplaste. Pour Laulanié, il s'agissait d'une formation maternelle vaso-formative, manière de voir en apparence très plausible; pour moi, au contraire, il s'agissait d'éléments épithéliaux (ectodermiques) d'origine fœtale (ectoderme de l'embryon, de l'œuf). circonscrivant des lacunes pleines de sang maternel. Chacun des termes de cet énoncé a l'apparence d'un paradoxe histologique, et j'avoue qu'il me fallut un certain courage, et une ferme conviction dans la valeur de mes préparations, pour venir annoncer, à la Société de biologie, que le placenta du cobaye se formait par un épaississement ectodermique d'origine embryonnaire, creusé de lacunes où circule le sang de la mère. Dans la note en question, je donnais, sur le processus de formation, des détails suffisants pour m'assurer la priorité de la découverte, mais parfaitement insuffisants pour amener, en l'absence de figures, la conviction dans l'esprit du lecteur. Ceci était réservé au mémoire complet, que nous publions aujourd'hui. Mais à ce moment il nous importait surtout d'étendre et de compléter nos recherches en les faisant porter sur d'autres Rongeurs. Naturellement c'est le lapin qui fut choisi.

A cette époque (1887) nous ne connaissions, sur le développement du placenta du lapin, qu'un mémoire de deux anatomistes belges, Masquelin et Swaen [2]. Ce travail arrivait à des conclusions assez singulières pour inviter à des recherches de contrôle et faire prévoir qu'elles seraient fructueuses. Pour ces auteurs, en effet, il s'agissait d'un processus vaso-formateur, ou, pour mieux dire, sangui-formateur ayant son origine dans l'épithélium utérin. « L'épithélium superficiel de la muqueuse utérine et l'épithélium des glandes, après avoir subi différentes modifications, finit par se transformer en globules imprégnés d'hémoglobine et identiques aux corpuscules

1. Ch. Creighton, *On the formation of the placenta in the Guinea-Pig*. (*Journ. of anat. and physiol.*, vol. XII, 1878, p. 534.) Creighton parle aussi de processus vasoformatif (p. 570).

2. H. Masquelin et A. Swaen, *Premières phases du développement du placenta maternel chez le lapin*. (*Bull. de l'Acad. roy. de Belgique*, juillet 1879.)

rouges du sang. Cet épithélium constitue aussi de petites cellules sphériques, claires, contenant un ou plusieurs noyaux, différentes des corpuscules blancs du sang, mais cependant mêlées aux corpuscules rouges. Enfin dans les cavités hématoblastiques il forme aussi un liquide dans lequel se trouvent logés ces corpuscules et ces cellules, liquide probablement de même nature que le plasma sanguin..... Cette transformation de l'épithélium est certes un phénomène auquel on croira avec peine..... Dans les placentas de dix et onze jours, les cellules épithéliales sont fusionnées en une masse protoplasmique multinucléée, et où les modifications de ce protoplasma constituent à leur tour le produit de sécrétion et les corpuscules imprégnés d'hémoglobine... » (*Op. cit.*, Conclusions, page 26.)

Or, nos études sur le développement du placenta du lapin ne confirmèrent ni les vues de Masquelin et Swaen, ni celles de Laulanié; elles vinrent simplement montrer l'exactitude de ce que nous avions décrit sur le cochon d'Inde. Seulement le lapin étant un rongeur à feuillets blastodermiques non inversés [1], le processus de formation du placenta se montrait ici beaucoup moins compliqué et très facile à saisir. La note que je présentai à ce sujet à la Société de biologie, comme communication préliminaire, mérite d'être reproduite ici, au moins en partie; elle était, par le fait des conditions sus-énoncées, très explicite.

Dans une communication précédente (12 mars 1887), j'ai indiqué comment, chez le cobaye, le placenta est représenté, jusque vers le dix-septième jour, par un disque massif de cellules ectodermiques creusées de lacunes où pénètre le sang maternel. Ces dispositions paradoxales demandent à être étudiées quant aux transformations qu'elles subissent ultérieurement, et c'est ce qui sera l'objet d'une prochaine communication. Pour le moment, nous en tenant à ces premiers stades du développement du placenta, je me propose de montrer les rapports qu'il y a entre le placenta du cobaye et celui du lapin.

Quand on examine des coupes totales de l'utérus d'une lapine, le huitième jour de la gestation, au niveau d'un renflement correspondant à un œuf en développement, on voit toujours la coupe de l'embryon (gouttière médullaire) placée vers le côté mésométrique de la cavité utérine; de chaque

1. Nous verrons, par la suite du présent mémoire, que l'œuf du lapin présente en réalité un commencement d'inversion des feuillets, mais inversion tardive, rudimentaire, formant une transition vers les inversions complètes (cobaye, rat, souris), dont elle nous facilitera l'étude.

côté de la coupe de l'embryon, les feuillets blastodermiques se poursuivent sur la coupe, sans modification autre qu'un léger épaississement de l'ectoderme sur une étendue peu considérable.

A huit jours et demi, on voit, de chaque côté de la coupe de la région postérieure de l'embryon, l'ectoderme plus fortement épaissi sur une étendue de 2 à 3 millimètres; l'ectoderme est là formé de quatre à cinq rangs de cellules stratifiées : la surface externe de cet épaississement, exactement appliquée à la surface interne de la muqueuse utérine, se moule sur les saillies et dépressions de celle-ci, c'est-à-dire qu'on voit alors de légères saillies ectodermiques pénétrer dans l'orifice des glandes utérines.

Au neuvième jour, ces saillies ectodermiques sont plus nombreuses : elles existent non seulement au niveau des orifices des glandes, mais encore dans leurs intervalles, où elles dépriment la muqueuse. Ces dispositions n'existent, de chaque côté de l'extrémité postérieure de l'embryon, que dans une étendue de 3 à 4 millimètres. Là l'épithélium de la muqueuse est en voie d'atrophie et disparaît très rapidement. Ces deux régions latérales indiquent la place du placenta qui, en effet, présente deux lobes ou cotylédons chez le lapin.

Au dixième jour, les saillies ectodermiques sus-indiquées ont pénétré dans le chorion de la muqueuse, absolument comme, dans la peau en voie de développement, on voit des bourgeons épidermiques pénétrer dans le derme et former les premiers rudiments des poils et des glandes. Mais remarquons qu'ici les végétations ectodermiques sont d'origine fœtale et pénètrent dans un chorion maternel.

Dans ce chorion sont de nombreux vaisseaux maternels : les végétations ectodermiques fœtales enveloppent ces vaisseaux, lesquels se dilatent, perdent leurs parois vasculaires, et se trouvent bientôt réduits à l'état de lacunes creusées dans des masses ectodermiques d'origine fœtale.

C'est ce qu'on constate dès le onzième jour. A ce moment, les deux lobes du futur placenta sont très nettement indiqués. Nous étudierons ultérieurement la constitution de leur partie profonde ou base; leur couche superficielle seule doit nous arrêter en ce moment. Elle diffère comme aspect de ce qu'est le disque placentaire du cobaye au dix-septième jour.

En effet, ce disque du cobaye est une sorte de cône surbaissé, à surface interne concave, et formé par une masse homogène de protoplasma, creusé de lacunes sanguines, et semé de très nombreux noyaux; l'étude de sa formation nous a montré que cette masse de protoplasma résulte de la fusion de cellules ectodermiques.

Au contraire, la couche superficielle des deux cotylédons du lapin se présente, au onzième jour, comme formée d'une série de cylindres ramifiés et anastomosés; ces cylindres possèdent une cavité et une paroi : la cavité est pleine de sang maternel; la paroi est formée par une couche épaisse et continue de protoplasma, semé de nombreux noyaux. L'étude de la formation des parois de ces cylindres montre que ce protoplasma résulte de la fusion de cellules ectodermiques.

Ce simple énoncé montre donc que, malgré la plus grande différence

apparente au point de vue morphologique, les premiers rudiments du placenta du cobaye et du placenta du lapin ont la même constitution histologique. Qu'on fusionne en une seule masse les cordons ou cylindres du lapin et on aura le disque homogène du cobaye : dans l'un comme dans l'autre, le fait essentiel est la présence de lacunes, pleines de sang maternel, dans une masse ectodermique d'origine embryonnaire. Chez le cobaye, cette disposition s'est réalisée par un processus consistant en ce que les vaisseaux maternels sont venus pénétrer la masse ectodermique fœtale (le suspenseur : voy. 12 mars 1887) ; chez le lapin, le processus a consisté en ce que des séries de poussées ectodermiques fœtales sont allées envelopper les vaisseaux maternels.

Dans une communication ultérieure, nous indiquerons comment les vaisseaux fœtaux viennent à leur tour pénétrer ces premiers rudiments placentaires : chez le cobaye, en formant d'abord une seule masse vasculaire allantoïdienne qui remplit la concavité du disque ou cône placentaire ; chez le lapin, en formant d'abord une série de villosités vasculaires allantoïdiennes qui pénètrent dans les interstices entre les cordons ou cylindres ectodermiques sus-indiqués, de sorte que le parallélisme se poursuivra, entre les deux placentas, pour toutes les phases ultérieures.

Nous ne nous dissimulons pas combien, en l'absence de figures, la présente note, comme celle qui l'a précédée, doit paraître peu explicite ; mais un mémoire complet suivra bientôt ces premières indications, et sera accompagné de très nombreuses figures [1].

Cependant, désireux d'arriver à une notion aussi générale que possible par l'étude comparée des processus chez des Mammifères voisins, avant de publier le mémoire annoncé, nous avions poursuivi les mêmes recherches sur le rat et sur la souris.

Pour le rat, les matériaux m'ont été fournis de la manière suivante : aux abattoirs de Paris, pendant l'été, dans des nasses métalliques ou dans des pièges, je faisais prendre un nombre considérable de ces Rongeurs : on m'en apportait au laboratoire journellement trente ou quarante, qui étaient aussitôt sacrifiés et ouverts : sur le nombre se trouvaient chaque jour quatre à six femelles pleines, dont les cornes utérines étaient aussitôt placées dans le liquide de Kleinenberg, puis dans l'alcool (selon le procédé aujourd'hui classique de fixation). Il m'a donc été facile de faire une collection d'utérus à toutes les périodes de la gestation. Je ne connaissais pas, il est vrai, l'âge de la gestation ; mais du moins, d'après le volume des renflements en chapelet des utérus gravides, je pouvais distinguer ceux

1. Mathias Duval, *Sur les premières phases du développement du placenta du lapin.* (*Biologie*, 2 juillet 1887, p. 425.)

qui étaient plus avancés de ceux qui l'étaient moins, et c'était suffisant pour ordonner la série.

Pour la souris, j'ai d'abord trouvé, parmi un bon nombre de souris prises au piège, quelques femelles pleines; j'ai aussi élevé quelques souris blanches, du reste sans grand succès. Mais à cet égard, dans ces dernières années, un précieux matériel d'étude m'a été fourni par M. Lataste, avec une libéralité dont je ne saurai jamais assez le remercier. Cet habile zoologiste, au cours de ses recherches sur la vie génitale des Rongeurs, a bien voulu me remettre les utérus de toutes les souris pleines qu'il sacrifiait, et souvent les sacrifier à une période de gestation indiquée par les lacunes à remplir dans mes séries, car, pour ces animaux élevés et surveillés par lui, le jour de la fécondation, c'est-à-dire l'âge de la gestation, était exactement connu. Je lui dois ainsi une incomparable collection, qui me sera précieuse pour divers travaux d'embryologie, en dehors de la question actuelle du placenta.

C'est ainsi que je poursuivais et étendais toujours ces recherches. lorsque l'apparition d'un mémoire de R. Frommel [1] vint me montrer combien la portée de mes premiers résultats pouvait être plus grande que je ne l'avais conçu tout d'abord; une lettre du professeur Van Beneden me confirmait presque aussitôt dans l'idée que ce que j'avais vu pour les Rongeurs pourrait s'étendre aux autres mammifères, et m'engageait à ne pas retarder davantage la publication de mon mémoire. Ces diverses circonstances, qui forment, avec ce qui précède, l'historique personnel de mes recherches, ne peuvent être mieux rapportées ici qu'en reproduisant, dans leurs points principaux, les notes suivantes dont elles furent l'objet à la Société de biologie.

D'abord le fait relatif au mémoire de Frommel.

Dans deux communications précédentes, j'ai donné les indications essentielles sur la nature du placenta du cobaye (12 mars 1887) et du placenta du lapin (2 juillet 1887). Les faits que je résumais pouvaient paraître singulièrement paradoxaux, puisque j'arrivais à cette conclusion que la formation du placenta de ces Rongeurs consiste en la production de canaux et lacunes épithéliales remplies de sang en circulation, et que ce sang est du sang maternel, alors que les dites parois épithéliales qui le contiennent sont des éléments dérivés de l'ectoderme du fœtus. Mais, dans les notes en

1. R. Frommel, *Ueber die Entwickelung der placenta von Myotus murinus*, Wiesbaden, 1888.

question, j'avais été très réservé sur la signification générale des dispositions et processus formatifs constatés chez les Rongeurs. Accidentellement, dans une communication orale, que je ne jugeai pas devoir faire paraître dans nos comptes rendus, je me hasardai à émettre quelques hypothèses sur l'identité possible entre le placenta des Rongeurs et les autres placentas discoïdes, celui des singes et de l'espèce humaine. J'émettais le vœu de pouvoir un jour étudier, en disposant d'un nombreux matériel de pièces, un placenta qui ne fût pas si éloigné de celui des primates que l'est le placenta des Rongeurs, et ma pensée se rapportait naturellement aux Chiroptères.

Je n'ai pas encore pu faire cette étude. Mais il vient de paraître en Allemagne une magnifique monographie du placenta du murin (*Myotus murinus*) par R. Frommel (*Ueber die Entwickelung der placenta von Myotus murinus*, Wiesbaden, 1888); l'auteur de ce travail arrive à des conclusions qui ne s'accordent nullement avec celles que j'ai formulées pour les Rongeurs; mais cette monographie est accompagnée de superbes planches, et l'examen de ces planches m'a convaincu que le processus formatif du placenta est exactement le même chez la chauve-souris et chez le lapin. Pour certaines de ces figures, je croirais avoir sous les yeux la reproduction des dessins que je suis en train de faire pour l'étude du placenta du lapin. Laissant donc à l'auteur ses interprétations, que j'aurai ultérieurement l'occasion de discuter, je profite aujourd'hui de ses figures, qui sont la reproduction des faits, pour annoncer que l'évolution du placenta des Rongeurs a bien décidément la signification générale que je n'avais pas osé lui attribuer encore [1].

Aussitôt après l'apparition de cette note, je recevais du professeur Van Beneden une lettre qui confirmait entièrement ma manière de voir. Cette lettre doit être reproduite ici, avec les commentaires dont elle a été accompagnée lorsqu'elle fut communiquée à la Société de biologie :

« Dans une récente séance (6 octobre), je communiquais à la Société de biologie la conception que je m'étais formée de la nature des premiers rudiments du placenta du murin, en prenant pour point de départ ce que j'avais observé avec détail chez les Rongeurs (cochon d'Inde, rat, lapin). Ce fait que l'élément anatomique du placenta est produit par des cellules fœtales ectodermiques, circonscrivant des lacunes où circule le sang maternel, ce fait n'avait guère rencontré que des incrédules. Je viens aujourd'hui annoncer qu'il vient de recevoir une confirmation éclatante de la part d'un embryo-

1. Mathias Duval, *Les placentas discoïdes en général, à propos du placenta des Rongeurs.* (*Biologie*, 6 octobre 1888, p. 675.)

logiste éminent, dont chacun connaît les beaux travaux, notamment sur l'embryologie des Mammifères. En effet, le professeur Edouard Van Beneden, de l'université de Liège, m'a écrit, à la date du 25 octobre, une lettre suscitée par ma communication précédente, lettre dont j'extrais les passages suivants :

Je m'occupe depuis plusieurs années du développement du murin, et j'ai publié deux notes relatives, l'une à la *fixation du blastocyste à la muqueuse utérine*[1], l'autre à la *formation et constitution du placenta*[2]. Mes premières conclusions, en ce qui concerne l'origine de la couche protoplasmique à noyaux, dans laquelle circule le sang maternel, ne concordaient pas avec vos résultats relatifs au cochon d'Inde et au lapin. J'avais cru pouvoir conclure à l'origine conjonctive de cette formation. Mais vous verrez plus loin qu'aujourd'hui j'ai abandonné ma première manière de voir et que j'arrive aux mêmes conclusions que vous.

Le matériel que j'ai recueilli cette année m'a permis d'étudier un stade que je n'avais pas encore eu sous les yeux jusqu'ici. Les préparations démontrent, avec la plus parfaite évidence, que l'épiblaste, sur toute l'étendue de la région placentaire future, se dédouble, au moment de la formation du blastocyste, en deux assises : l'une superficielle formée de cellules à grands noyaux; l'autre profonde consistant en un épithélium cylindrique. Après la disparition totale de l'épithélium utérin, des vaisseaux maternels munis de leur gaine endothéliale arrivent au contact immédiat de l'assise superficielle de l'épiblaste. Aussitôt les contours cellulaires des cellules constituantes de cette couche disparaissent; elle se résout en une masse protoplasmique continue, parsemée de gros noyaux qui paraissent se multiplier par voie directe. Cette couche gagne rapidement en épaisseur; elle s'insinue entre les vaisseaux, en refoulant le tissu conjonctif; elle les enveloppe de toute part, et, bientôt après, ceux-ci, perdant leur gaine endothéliale, se transforment en lacunes sanguines, dépourvues de toute paroi propre. Le sang maternel qui circule dans ces lacunes se trouve dès lors en contact immédiat avec la couche protoplasmique à noyaux d'origine épiblastique. Cette conclusion me paraît conforme à celle que vous avez vous-même formulée à la suite de vos études sur le cochon d'Inde et le lapin.

Quand les villosités conjonctivo-vasculaires, fournies en partie par la somatopleure de la séreuse de Van Baer et par l'allantoïde, s'insinuent dans la couche épiblastique, déjà creusée de lacunes sanguines maternelles, énormément épaissie et formée de deux couches, l'une profonde cylindrique, l'autre superficielle et particulièrement puissante, composée d'un vrai plasmodium, chacune d'elles se trouve entourée immédiatement par l'assise cylindrique, médiatement par l'assise plasmodique de l'épiblaste.

1. *Bulletin de l'Académie royale de Belgique,* 3e série, t. XV, n° 1, 1888.
2. *Ibid.*, n° 2.

Il existe un riche réseau de lacunes sanguines dans l'épaisseur de cette dernière assise, autour de chacune des villosités.

« Je n'ai pas besoin d'insister sur la concordance absolue qu'il y a entre cette description du professeur de Liège sur le murin, et ce que j'ai décrit sur les Rongeurs. Le fait que les vaisseaux maternels perdent leur paroi endothéliale, je ne l'avais pas indiqué dans ma première note sur le cochon d'Inde, parce que, quoique je l'eusse déjà nettement entrevu, je le trouvais trop paradoxal et désirais le confirmer par des études approfondies; mais, dans ma note sur le lapin, je l'ai formellement précisé, étant alors bien assuré de son existence. Mes études ultérieures sur le cochon d'Inde sont venues actuellement me le confirmer, comme on le verra dans un prochain mémoire.

« J'avais précédemment parlé du murin, en pensant au placenta des singes et de l'homme, et sans oser espérer que de sitôt il fût donné à un embryologiste d'étendre au placenta humain la formule que j'avais émise pour le placenta des Rongeurs. Or, le professeur Van Beneden a eu la bonne fortune de pouvoir faire cette étude, et les résultats qu'il annonce à cet égard sont certainement la partie la plus remarquable de sa lettre :

J'ai eu, dit-il, l'occasion d'étudier récemment les villosités d'un œuf humain de quatre semaines. J'ai trouvé que là aussi il existe autour de l'axe conjonctivo-vasculaire une assise profonde de cellules épithéliales cuboïdes ou arrondies, et une assise superficielle formée par une masse protoplasmique parsemée d'innombrables noyaux.

Je vous envoie une photographie de l'une de ces coupes, montrant les deux couches épithéliales. Je les considère comme homologues aux deux assises de l'épiblaste du murin, et par conséquent les lacs sanguins du placenta humain sont très probablement, comme les lacunes sanguines maternelles du placenta des Chiroptères, tout au moins en partie, des vaisseaux maternels destitués secondairement de leur endothélium. Très réduits en calibre chez le murin, ils prennent un énorme développement chez l'homme.

Je pense donc que chez l'homme, comme chez les Chiroptères, la fixation du blastocyste se fait très tôt par une surface lisse et unie, et non par des radicelles ramifiées qui se développeraient à la surface du chorion pour pénétrer par leurs extrémités dans l'épaisseur de la muqueuse utérine ou dans la caduque réfléchie. Les villosités sont très probablement secondaires; elles résultent de la résolution de couches d'origine épiblastique en filaments ramifiés, et les espaces sanguins qui les séparent sont, de

par leur origine, des vaisseaux maternels distendus et privés de leur endothélium.

Je me propose de donner le nom de *plasmodiblaste* à la couche superficielle de l'épiblaste qui se transforme, dans le cours du développement, en une masse protoplasmique à gros noyaux, dans laquelle on ne distingue plus de limites cellulaires ; d'appeler *cytoblaste* la couche profonde, épithéliale, de l'épiblaste placentaire. — Je me figure que les opinions que je me suis formées sur la genèse du placenta humain, à la suite de mes études sur le développement du même organe chez le murin, concordent en beaucoup de points avec vos conclusions. Le fils de mon ami Masius, que j'ai engagé à entreprendre l'étude du placenta chez le lapin, et qui a maintenant terminé son travail, est arrivé aux mêmes conclusions que vous en ce qui concerne l'origine épiblastique de la couche dans laquelle se creusent les lacunes vasculaires, remplies de sang maternel.

Je vous serai très obligé si vous vouliez bien communiquer cette lettre à la Société de biologie, à sa prochaine séance, et je vous saurais beaucoup de gré d'en demander l'impression dans les comptes rendus de la séance.

« L'importance de cette communication me paraît de la plus haute portée au point de vue de nos idées sur l'origine des éléments histologiques du placenta et sur la signification de cet organe fœtal. Une véritable révolution est, dès aujourd'hui, accomplie à cet égard. Dans une communication orale, qui ne fut pas suivie de note imprimée, je disais, l'année dernière, que le placenta représente, à son origine, une hémorrhagie maternelle circonscrite et enkystée par des éléments fœtaux ectodermiques (ou épiblastiques). Aujourd'hui le professeur Van Beneden nous montre que les faits, résumés dans cette formule, se vérifient depuis les Rongeurs jusqu'à l'homme. Il me semble opportun de rappeler que l'*organe placentoïde*, que j'ai décrit en 1884 (*Compt. rend. Acad. des sciences*, 18 février ; — *Journ. de l'anat. et de la phys.*, 1884, pl. IX à XII), *dans l'œuf de l'oiseau* à la fin de l'incubation, répond à la même formule ; seulement ici ce n'est plus le sang maternel, mais une masse albumineuse émanée de l'organisme maternel, qui est circonscrite, enkystée et absorbée par une poche, d'origine embryonnaire, à parois formées d'épaisses assises de cellules ectodermiques ou épiblastiques [1]. »

Ainsi, à l'heure actuelle, l'exposé des faits que j'ai découverts pour le placenta des Rongeurs prend une grande signification, puisque le même type de formation s'observerait pour tous les Mammifères, jusqu'à l'espèce humaine. Nous aurons, en effet, au cours du

1. Mathias Duval, *Les placentas discoïdes ; lettre du prof. Ed. Van Beneden.* (*Biologie*, 3 novembre 1888.)

présent mémoire, à comparer entre elles de nombreuses observations sur les placentas les plus divers, observations incomplètes parce que la difficulté de se procurer les matériaux n'a pas permis d'obtenir la série totale des phases du développement; nous verrons que par suite les auteurs de ces observations sont arrivés à des conclusions bien différentes des nôtres; mais une critique attentive nous permettra, comme pour le travail de Frommel sur le murin, de retrouver les mêmes parties que pour le lapin, et avec les mêmes significations morphologiques.

On comprendra donc que nous ayons apporté le plus grand soin à donner au présent mémoire une valeur démonstrative aussi complète que possible, en multipliant les planches, en associant les figures de manière à rendre facile la lecture de cet exposé graphique des faits.

Nous diviserons ce travail en quatre parties.

La *première partie* aura pour objet le placenta du lapin. Sur ce sujet, Jean Masius a publié récemment les recherches annoncées par E. Van Beneden dans la lettre citée ci-dessus [1]. Son mémoire est absolument confirmatif de nos conclusions antérieures : nous aurons seulement à en présenter l'analyse et la critique pour quelques points secondaires. Mais Masius n'étudie que l'origine des éléments du placenta, c'est-à-dire qu'il ne va pas au delà du onzième ou douzième jour de la gestation. Or cela ne suffit pas pour permettre de comprendre l'organisation du placenta tel qu'il se présente à la fin de la gestation. Cet organe est en effet en voie incessante d'évolution et de transformation, jusqu'au moment où il se détache de l'utérus. Nous suivrons donc toutes ces phases évolutives et régressives, et rechercherons même comment se fait la réparation de la muqueuse utérine après la parturition.

Enfin nous nous occuperons de l'ensemble des annexes de l'embryon, et aurons à cet égard à signaler des faits nouveaux relativement à la manière dont se comporte la vésicule ombilicale.

Dans la *deuxième partie*, nous étudierons le processus de l'inversion des feuillets blastodermiques chez les Rongeurs; c'est une étude indispensable comme introduction à celle du placenta du cobaye, du rat, de la souris. Ici nous n'aurons que peu de faits

1. Jean Masius, *de la Genèse du placenta chez le lapin* (*Bull. Acad. roy. de Belgique*, 1888); *de la Genèse du placenta chez le lapin* (*Archives de biologie de Van Beneden*, 1889, avec planches).

nouveaux à apporter, mais du moins nous confirmerons les résultats publiés par Selenka, sur cette question qui a si longtemps exercé la sagacité des embryologistes.

La *troisième partie* traitera du placenta du cochon d'inde; sa formation, son évolution; et de même qu'il y sera question de l'ensemble des annexes du fœtus, de même nous aurons à donner quelques indications sur la manière dont se comporte la muqueuse après la parturition [1].

Enfin la *quatrième partie* contiendra les mêmes études pour le placenta du rat et de la souris.

Ces études ont été faites essentiellement par la méthode des coupes. Les utérus étaient placés d'abord dans le liquide picro-sulfurique de Kleinenberg, puis dans l'alcool ordinaire, puis dans l'alcool absolu. Ils étaient ainsi fixés intacts, avec leur contenu. C'est seulement lorsque le volume des parties le rendait nécessaire, que l'utérus était ouvert préalablement; mais, même dans ce cas, le placenta, laissé en place, était fixé et durci dans ses rapports avec l'utérus. Dans tous les cas, il est bon de faire en sorte que les vaisseaux maternels ne se vident pas, de manière que le sang coagulé y forme une véritable injection.

Les coupes ont été pratiquées selon deux procédés différents : pour les pièces volumineuses, inclusion dans le collodion et microtome à main; pour les pièces peu volumineuses, inclusion à la paraffine et microtome oscillant. Nous avons donc débité toutes les pièces en séries non interrompues de coupes qui, outre leur usage pour l'étude du placenta, forment un précieux matériel d'étude pour l'embryologie des Rongeurs.

Entre autres solutions colorantes classiques (picro-carmin, éosine), c'est surtout le carmin aluné de Grenacher qui nous a rendu les plus grands services.

I

LE PLACENTA DU LAPIN

Chez le lapin, comme chez les autres Rongeurs, des divers éléments de la formation placentaire, le plus intéressant, au point de

1. Voyez sur ce sujet les indications schématiques que nous avons données dans le mémoire de MM. Straus et Sanchez Tolédo (Recherches microbiologiques sur l'utérus après la parturition physiologique; *Annales de l'Institut Pasteur*, 1888).

vue fonctionnel, et surtout au point de vue morphologique et histologique, est celui qui provient de l'ectoderme de l'œuf, celui que Van Beneden propose de désigner sous les noms de *plasmodiblaste* et de *cytoblaste*. Nous préférons l'appeler de la dénomination plus simple d'*ectoplacenta*, qui rappelle son origine (ectodermique). Cette partie présente une évolution assez complexe et dont les phases successives peuvent servir à la division du sujet. En effet dans une première période qui va du début jusqu'au dixième jour environ, elle se constitue par l'établissement de puissantes assises cellulaires qui s'attachent au tissu maternel et en reçoivent les vaisseaux : c'est la *période de formation* (formation de l'ectoplacenta). Ensuite, par la pénétration des vaisseaux fœtaux (allantoïdiens), l'ectoplacenta est remanié, de manière à amener des contacts plus multiples et plus intimes entre les vaisseaux du fœtus et le sang maternel : c'est la *période de remaniement* (remaniement de l'ectoplacenta). Enfin le développement s'achève par une résorption plus ou moins complète des éléments de l'ectoplacenta, de manière que les vaisseaux fœtaux arrivent à plonger directement et à nu dans le sang maternel : c'est la *période d'achèvement* (achèvement du *placenta*). Telles sont les trois divisions qui s'imposent dans l'exposé des faits.

A. — *Origine et formation de l'ectoplacenta.*

a. Œuf et utérus au septième jour. — La formation de l'ectoplacenta détermine l'adhérence et la fixation de l'œuf à la muqueuse utérine. Il faut donc commencer cette étude au moment qui précède immédiatement cette fixation, c'est-à-dire au septième jour (sept jours et demi au plus) après la fécondation. La figure 1, de la planche 1, représente une coupe, perpendiculairement à l'axe, d'un renflement utérin recueilli sept jours après le coït. On reconnaît à la partie supérieure de la figure le bord adhérent de la corne utérine (MM) ou bord mésométrique (*hile de l'utérus* ou *mésopéritonéal* de Masquelin; face mésométrale de Van Beneden); dans toutes les coupes d'ensemble qui seront données dans les planches suivantes, nous aurons soin de placer toujours en haut le côté mésométrique de la coupe; c'est celui où se développe et adhère le placenta. La musculature (*m*) de l'utérus ne présente rien qui nous intéresse; la muqueuse seule doit nous arrêter (1, 2, 3), ainsi que l'œuf (O) renfermé dans sa cavité.

L'œuf est, à ce moment, une large vésicule sphérique, remplissant la partie de la cavité utérine qu'elle occupe, mais sans adhérer à la muqueuse. Le seul fait à signaler c'est que la partie de l'œuf où commence à se dessiner l'embryon, le pôle embryonnaire de l'œuf (blastodisque de V. Beneden; la fig. 7 représente un blastodisque isolé) est toujours dirigé vers le côté mésométrique de l'utérus (en haut sur la figure 1) et que là le contact est plus intime que partout ailleurs entre l'œuf et la muqueuse. Sur la pièce représentée par la figure 1, cette particularité dans la disposition des contacts est un peu exagérée, les réactifs fixateurs ayant amené un léger retrait de l'œuf qui n'est demeuré en contact avec la muqueuse que vers le côté mésométrique, sans doute parce que, sans qu'il y eût encore fixation proprement dite de l'œuf vers ce côté, il y avait cependant un léger commencement d'adhérences, comme il sera facile de le comprendre en étudiant par la suite le processus qui prépare et amène la fixation.

L'état de la muqueuse est donc à ce moment la seule chose intéressante.

A un faible grossissement (fig. 1), on voit que son épaisseur est bien différente du côté mésométrique et du côté opposé.

Du côté non mésométrique (en 3) la muqueuse est mince, formant de très petits plis. Du côté mésométrique elle est épaisse et forme des plis dont l'ensemble se soulève sous la forme de deux grosses saillies (1 et 2) séparées par un sillon profond (4). Ces deux grosses saillies correspondront aux deux lobes ou cotylédons du placenta; nous les appellerons donc les saillies lobaires ou cotylédonaires du placenta maternel ou *cotylédons maternels*; et le sillon qui les sépare pourra être dit *interlobaire* ou *intercotylédonaire*. Cette disposition est connue depuis longtemps; elle a été l'objet d'une étude spéciale de la part de H. Hollard. Déjà Bischoff avait fait remarquer que la muqueuse, par suite de l'imprégnation, se développe et offre du côté de la ligne mésométrique des renflements qui deviendront le placenta utérin. Hollard a étudié ces renflements, en ouvrant simplement des cornes utérines et examinant leur surface, et il a fait cet examen sur des lapines avant la fécondation et au début de la gestation. « En ouvrant, dit-il [1], une corne utérine qui est dans son état normal, on remarque qu'elle est divisée par des sillons

1. H. Hollard, *Recherches sur le placenta des Rongeurs et en particulier sur celui des lapins*. (*Annales des sciences naturelles*, 1863, 4e série, t. XIX, p. 229.)

longitudinaux en un certain nombre de bandelettes. Un sillon, correspondant à l'insertion du mésomètre, sépare deux bandelettes plus larges que toutes les autres. Chacune de ces bandes médianes est bordée d'une bande plus étroite, et, au delà de celle-ci, la région de la muqueuse opposée aux premières bandes est couverte de petits plis irréguliers.... Par suite de la fécondation, et bien avant l'arrivée de l'œuf dans la corne utérine, la muqueuse s'injecte, se fronce; ses bandes médianes, traversées de distance en distance par des sillons transverses, se partagent en une double série de coussinets quadrilatères, mais dont les angles s'arrondissent. » Les saillies cotylédonaires figurées en 1 et 2 (fig. 1) représentent deux de ces coussinets. Tout ce que nous avons à ajouter, pour compléter ce qu'on constate à l'œil nu, ou sur une coupe vue à un faible grossissement, c'est qu'en général deux seulement de ces coussinets continuent à se développer, d'où la disposition du placenta en deux lobes; mais que ces deux lobes peuvent correspondre aussi bien à deux coussinets placés transversalement côte à côte, ou bien se faisant suite en série longitudinale, ou même obliquement, de sorte que le sillon intercotylédonaire n'est pas nécessairement dirigé parallèlement à l'axe de la corne utérine, mais peut être transversal ou au moins très oblique. Toutefois la direction longitudinale de ce sillon est de beaucoup la plus fréquente, et c'est la disposition qui est représentée dans nos diverses coupes d'ensemble, dans lesquelles, la coupe étant faite perpendiculairement à l'axe de l'utérus, on voit le sillon intercotylédonaire coupé perpendiculairement à sa direction, de sorte qu'il est régulièrement bordé, de chaque côté, par la saillie cotylédonaire correspondante.

Au point de vue de leur structure histologique ces renflements cotylédonaires utérins présentent déjà des modifications importantes comparativement à la muqueuse du côté non mésométrique. La figure 2 représente, à un grossissement de 70 fois, une partie de la paroi utérine de la région non mésométrique (par exemple de la région qui porte le chiffre 3 dans la fig. 1). Outre les couches musculaires longitudinales (en 1, fig. 2) et transversales (en 2), on voit ici la muqueuse composée d'un chorion (3) et d'un épithélium (4). Le chorion est formé d'un tissu cellulaire lâche, pauvre en éléments fibrillaires, riche en cellules étoilées, et parcouru par de nombreux vaisseaux qui ont presque tous la structure de capillaires, c'est-à-dire se composent d'un endothélium doublé extérieurement

d'une couche plus ou moins régulière de cellules adventices fusiformes ou légèrement étoilées, sur la coupe. L'épithélium est régulièrement cylindrique, sans cils vibratiles; il forme des dépressions peu profondes, en culs-de-sac s'élargissant dans la profondeur; c'est tout ce qu'on trouve comme représentant des glandes utérines. Le seul fait à signaler, parce qu'il présente le début d'une transformation que nous verrons ultérieurement plus accentuée, c'est que, tandis que les cellules épithéliales des cavités glandulaires sont bien nettes, bien distinctes les unes des autres, avec un noyau d'aspect homogène (coloré en totalité par le carmin), au contraire l'épithélium des parties les plus superficielles, les plus saillantes, commence à perdre ces caractères : les cellules sont moins distinctes et tendent à se fusionner en une couche homogène; leurs noyaux deviennent incolores au centre, avec substance chromatique localisée à la périphérie (en 5, fig. 2).

La structure de la muqueuse dans la région mésométrique, c'est-à-dire dans les saillies cotylédonaires, est représentée dans les figures 3, 4, 5 et 6.

La figure 3 nous en donne une vue d'ensemble. Sans parler des couches musculaires plus puissantes dans cette région (*m*, couches longitudinales), on voit que l'épaisseur de ces saillies cotylédonaires est due à l'hypertrophie du chorion qui renferme de nombreux vaisseaux (3, 3), et que la couche épithéliale (1, 1) forme de nombreux replis et des invaginations peu profondes, terminées en culs-de-sac, qu'on peut désigner sous le nom de glandes. — C'est sur cet épithélium d'une part, et d'autre part sur les vaisseaux du chorion que doit se concentrer notre attention, afin de saisir des transformations qui sont de la plus haute importance pour l'intelligence des formations placentaires.

L'épithélium des parties saillantes de la muqueuse présente une transformation que nous avons vue déjà indiquée, mais d'une manière très peu sensible, dans la muqueuse de la région non mésométrique. Ici (fig. 4), il n'y a absolument plus aucune indication de cellules distinctes : toute la couche épithéliale forme un revêtement homogène, relativement épais (la fig. 4 est à un gross. de 200 à 250), se colorant faiblement, mais d'une manière uniforme par le carmin. Les noyaux sont nombreux, mais tous disposés dans la zone profonde de la couche épithéliale transformée. Ces noyaux présentent un contour irrégulier, formé par des amas de granulations

de substance colorable (chromatine), tandis que leur centre clair ne se colore pas. Ces modifications de l'épithélium, lesquelles, nous le verrons ultérieurement, préludent à sa résorption, se poursuivent à ce moment plus ou moins dans les dépressions glandulaires et les plis (2, fig. 4), mais en général n'atteignent pas encore les parties profondes de ces divers enfoncements.

La partie du chorion immédiatement sous-jacente à l'épithélium présente des capillaires (3, 3, fig. 4) formés par une simple paroi endothéliale; entre ces capillaires est une substance amorphe interposée à de nombreuses cellules conjonctives étoilées (4, fig. 4).

Dans le reste du chorion, c'est-à-dire dans ses parties profondes, les vaisseaux remarquables par leur nombre, le sont aussi par leur structure : ce sont des capillaires à la surface externe desquels s'est développée une adventice, d'aspect tout particulier. Quand on examine ces capillaires successivement dans les parties les plus externes et dans les parties moyennes centrales des lobes cotylédonaires, on trouve cette adventice à divers stades de développement. En effet, dans les parties périphériques, ces capillaires sont formés (fig. 5) d'un endothélium (1) que double extérieurement une simple couche de cellules adventices (2), lesquelles sont sphériques ou globuleuses avec un gros noyau. Il est facile de constater sur divers points des préparations que ces cellules globuleuses sont une transformation des cellules conjonctives étoilées du tissu ambiant, lesquelles se sont accumulées en couche continue à la surface du capillaire. Dans les parties centrales des saillies cotylédonaires, les capillaires sont plus larges et leur couche adventice formée de plusieurs assises de cellules superposées, comme le montre la figure 6. Les cellules globuleuses, tassées les unes contre les autres, forment aux vaisseaux une paroi épaisse, qui les rend bien visibles, même à un faible grossissement (fig. 3), sur une préparation d'ensemble. Elles forment une couche, qui a un aspect épithélial, de sorte que, si l'endothélium vasculaire n'était pas bien visible, on pourrait parfois être tenté de prendre la coupe d'un pareil vaisseau pour celle d'un tube glandulaire. Nous signalons cette erreur possible, parce que, dans l'analyse critique de certaines opinions antérieurement émises, nous verrons que pareille confusion a été l'origine de ces opinions. Quant à l'origine de ces épaisses couches de cellules globuleuses adventices (gaines périvasculaires de Masquelin et Swaen), elle doit être rap-

portée en partie à l'adjonction de nouveaux éléments fournis par les cellules conjonctives ambiantes, et en partie à la division des cellules globuleuses déjà existantes, puisqu'on trouve dans ces couches de nombreuses figures karyokinétiques (fig. 6).

Ainsi, en résumé, *au septième jour de la gestation, c'est-à-dire immédiatement avant que s'établisse la fixation de l'œuf à la muqueuse, celle-ci présente déjà des modifications par lesquelles se dessine le placenta maternel : ce sont, comme aspects macroscopiques, la formation de deux saillies, dites lobes cotylédonaires, séparées par un large et profond sillon intercotylédonaire. Ce sont, d'autre part, au point de vue histologique, au niveau de ces lobes, la transformation de l'épithélium utérin en une couche homogène, et le développement des capillaires de la muqueuse en des sortes de sinus à parois renforcées par plusieurs assises de cellules globuleuses.*

b. Embryons de sept jours et demi, huit et neuf jours. — A partir de la fin du septième jour se prépare la fixation de la vésicule blastodermique à la muqueuse utérine; cette fixation, qui se fait seulement par la région en contact avec les saillies cotylédonaires de l'utérus, est complète pour les œufs âgés de neuf jours.

Quand on ouvre des renflements utérins de sept jours et demi et de huit jours, il est facile d'isoler entièrement, sans aucune lésion, le blastoderme, et d'obtenir des préparations intactes de l'embryon et de l'aire opaque, telles que celles représentées dans les figures 7 et 8; mais à huit jours et demi l'aire opaque du disque blastodermique (hémisphère embryonné de la vésicule blastodermique, blastodisque) ne se laisse que rarement détacher intégralement de la muqueuse utérine, à laquelle il adhère par certaines régions de son ectoderme épaissi, et alors on obtient le plus souvent des préparations présentant des pertes de substance, comme le montre (en 2, 3) le disque blastodermique représenté dans la figure 15.

Nous avons donc à étudier comment s'établissent ces adhérences ectodermiques entre l'hémisphère embryonné de la vésicule blastodermique et les saillies cotylédonaires utérines. C'est en cela que consiste précisément l'apparition de l'ectoplacenta.

La figure 7 représente une préparation de l'hémisphère embryonné d'un œuf de sept jours et demi. On y voit la première ébauche de l'embryon (E) représenté par la ligne primitive, dont l'extrémité antérieure est coiffée par une large gouttière médullaire : cet

embryon est encadré par une étroite aire transparente, qui est elle-même enveloppée par une large aire opaque (AO, AO, ses limites antérieure et postérieure). Cette aire doit son aspect opaque à la lumière transmise, à l'existence du feuillet moyen, et à l'épaisseur plus grande de l'ectoderme. Dans cette aire opaque elle-même, on remarque, de chaque côté, une zone plus sombre (en 1 et 2), chacune en forme de croissant, et encadrant les quatre cinquièmes postérieurs de l'embryon. Ces zones plus sombres que nous appellerons les *croissants ectoplacentaires* (leur ensemble forme le *fer à cheval placentaire* de Van Beneden), sont produits uniquement par la grande épaisseur relative de l'ectoderme à leur niveau. L'étude de stades plus avancés va justifier cette affirmation ainsi que le nom de croissants ectoplacentaires. Nous avons voulu seulement ici, en représentant ce blastoderme de sept jours et demi, montrer l'aspect en surface des premières indications d'une formation que nous allons étudier en détail lorsqu'elle sera plus accentuée. Pour le présent stade, nous ferons seulement remarquer encore que les croissants ectoplacentaires ont un aspect tacheté, ce qui traduit des variations locales de l'épaisseur de l'ectoderme en ces régions.

Si nous passons à un embryon de huit jours (fig. 8), muni déjà de quatre à cinq prévertèbres, et que nous portions notre examen sur l'aire opaque, nous la voyons marquée de deux espèces de parties plus sombres. C'est d'abord, tout à fait à la périphérie (en V) des taches irrégulières, dans lesquelles, aussi bien par le jeu de mise au point sur la préparation examinée en surface, que par l'étude des coupes, il est facile de reconnaître les premiers îlots sanguins, sur lesquels nous ne nous arrêterons pas (V, fig. 8). Ce sont ensuite (en 1 et 2) les croissants ectoplacentaires, ici plus marqués que précédemment, et surtout mieux caractérisés par leur aspect tacheté. Par le jeu de la mise au point du microscope, on saisit facilement que ces taches sont dues à des épaississements irréguliers de l'ectoderme, car on a l'impression de parties successivement saillantes et déprimées, pour ainsi dire de montagnes séparées par des vallées plus ou moins profondes. C'est ce que confirme l'examen des coupes.

Parmi les coupes en série faites sur un blastoderme identique à celui de la figure 8, nous en avons représenté trois, dont l'une donne la constitution du blastoderme en avant des croissants ectoplacentaires (fig. 9), tandis que les deux autres passent par ces croissants,

soit au niveau de l'embryon (fig. 11), soit en arrière de lui (fig. 13).

La figure 9 nous montre, en A, la dépression axiale de la gouttière médullaire, et, de chaque côté, en LM, LM, les lames médullaires céphaliques. En dehors de ces lames, l'ectoderme est d'abord très mince dans une certaine étendue, puis s'épaissit (en *ex* [10]); cet épaississement correspond à l'aspect général de l'aire opaque, et son étude spéciale est donnée par la figure 10, où on voit l'ectoderme formé de deux à trois rangs de cellules régulièrement superposées, c'est-à-dire sans qu'il y ait à la superficie des séries de saillies et de dépressions. On voit de plus, sur la figure 9, que, à la périphérie de l'aire opaque, l'ectoderme s'amincit de nouveau graduellement, tandis qu'à la face profonde du mésoderme apparaissent les îlots sanguins (V, V), ainsi que nous l'avait fait prévoir l'examen du blastoderme en surface (fig. 8).

La figure 11 est une coupe passant par la partie antérieure des croissants ectodermiques ou ectoplacentaires : en A est la ligne axiale; en LM, LM, des lames médullaires, puis, en suivant l'ectoderme du centre à la périphérie, nous le voyons s'épaissir plus brusquement et bien plus fortement que dans la coupe précédente. C'est qu'ici cet épaississement, dans sa partie la plus accentuée, correspond non seulement à l'aire opaque, en général, mais en particulier à ses croissants ectoplacentaires, et, au niveau de ceux-ci (en *ex* [12], fig. 11) la superficie de l'ectoderme présente des dépressions et des saillies, comme le montre à un plus fort grossissement la figure 12 (comparer avec la fig. 10).

Enfin la figure 13 présente les mêmes caractères, mais plus accentués encore, c'est-à-dire que la coupe, passant par la partie la plus large des croissants ectoplacentaires, nous montre sur une grande étendue les épaississements ectodermiques qui les forment, et que ces épaississements sont à leur superficie plus accidentés encore. C'est ce que nous avons tenu à représenter dans la figure 14.

Nous venons ainsi d'étudier un blastoderme de huit jours sur des coupes de blastoderme préalablement isolé. C'est qu'en effet à ce moment l'adhérence n'est pas encore intime entre l'ectoderme et la muqueuse utérine; mais elle est préparée par les croissants ectoplacentaires au niveau desquels elle va se produire, grâce aux saillies ectodermiques qui s'engrèneront avec les dépressions de la surface muqueuse. C'est ce que nous allons voir déjà avec un embryon de huit jours et demi.

Cet embryon de huit jours et demi est représenté, avec son aire opaque, vue en surface, dans la figure 15. Inutile de nous arrêter sur la description de l'embryon ou des îlots vasculaires (V) de la périphérie de l'aire opaque. Les croissants ectoplacentaires (1, 4) nous intéressent seuls. Ils sont de plus en plus étendus, sombres (épais) et marqués de taches irrégulières (épaississements et dépressions de l'ectoderme); mais le fait le plus frappant, ce sont les larges places claires, faites comme à l'emporte-pièce, qu'ils présentent. Ces taches claires sont des pertes de substance, c'est-à-dire représentent des régions où l'ectoderme des croissants ectoplacentaires est resté attaché à la muqueuse utérine. C'est ce qu'il est facile de comprendre par l'examen des coupes; mais, à cet âge, il ne s'agit plus de coupes du blastoderme détaché, mais bien de coupes des parties en totalité, dans leurs rapports normaux, c'est-à-dire du blastoderme (hémisphère embryonné) fixé et durci en connexion avec la muqueuse utérine.

La figure 16 représente une coupe de ce genre, et, d'après la forme de la gouttière médullaire, il est facile de voir qu'elle a été pratiquée à peu près à un niveau correspondant à la ligne 16 de la figure 15. On n'a représenté que la partie superficielle des deux saillies cotylédonaires de l'utérus, avec le sillon (IC) qui les sépare. Cette figure nous donne une vue d'ensemble des connexions du blastoderme avec l'utérus : le corps de l'embryon (en A) est libre, et correspond au sillon intercotylédonaire; à la partie toute périphérique (en P) le blastoderme, dont tous les feuillets sont très minces, est également libre; mais dans une large étendue, de chaque côté de l'embryon (en *ep*), le blastoderme adhère à la muqueuse par un épaississement ectodermique qui décrit, sur la coupe, de nombreuses ondulations : il est facile de se rendre compte que cet épaississement correspond au croissant ectoplacentaire. Cet épaississement ectodermique est la *lame ectoplacentaire*, l'ectoplacenta en un mot.

D'une manière générale, sur cette vue d'ensemble, on constate que l'épithélium de la muqueuse utérine a disparu au niveau de la formation ectoplacentaire : les glandes ou dépressions de la muqueuse persistent seules à ce niveau, et on voit les saillies de l'ectoderme s'enfoncer plus ou moins régulièrement dans ces glandes. Il est impossible, sur les préparations en question, de confondre ce qui reste des glandes, avec les vaisseaux du chorion des saillies

cotylédonaires. Ces vaisseaux ont l'aspect décrit précédemment et étudié notamment d'après les figures 3 et 6 (adventice de cellules globuleuses) ; seulement leurs parois sont déjà un peu plus épaisses. Nous insisterons sur leur structure à un stade ultérieur, où elle sera encore plus caractérisée ; pour le moment il n'y a à nous arrêter que sur les rapports de l'ectoderme dans ses connexions avec l'utérus : c'est ce que nous ferons en étudiant à un fort grossissement deux points de la figure 16.

La figure 17 (planche II) reproduit, à un grossissement de 250 fois, la région où l'ectoderme de l'aire transparente se continue avec l'épaississement ectoplacentaire. Nous ne nous arrêterons ni sur l'endoderme (*in*), ni sur les deux lames mésodermiques (*ms*). L'ectoderme seul présente des particularités qui nous intéressent. D'abord formé d'une seule rangée de cellules, et sans contiguïté ni connexions avec l'utérus, on le voit graduellement (de gauche à droite dans la figure) constitué par des assises cellulaires de plus en plus nombreuses. Il arrive ainsi au contact de la couche homogène résultant de la transformation de l'épithélium utérin (*e*) et presque aussitôt cette couche diminue d'épaisseur, est résorbée, de sorte qu'à l'extrémité droite de la figure l'ectoderme est directement en contact avec la surface du chorion de la muqueuse utérine (voir aussi la fig. 18). — En même temps que ces modifications dans son épaisseur, cet ectoderme présente un remarquable changement de constitution ; tandis que ses couches profondes (du côté du mésoderme) continuent à être composées de cellules polyédriques bien limitées, ses cellules superficielles au contraire se fusionnent en une couche protoplasmique avec nombreux noyaux. Dans les stades suivants nous retrouverons cette division en deux couches d'épaisseur inégale, avec des caractères bien tranchés : il est donc important de préciser dès maintenant ces caractères.

La couche superficielle est celle que Van Beneden a proposé de nommer *plasmodiblaste* (voy. notre Introduction) : elle répond au *symplaste* de Laulanié. Nous lui donnerons le nom de *couche plasmodiale* de l'ectoplacenta, et désignerons la couche profonde sous le nom de *couche cellulaire* de l'ectoplacenta.

Ces deux couches présentent un contraste très net et quant à leur protoplasma et quant à leurs noyaux.

Le protoplasma de la couche plasmodiale se colore plus fortement par le carmin que celui de la couche cellulaire ; mais il n'y a

cependant pas de zone nette où on puisse dire que finit une couche et commence l'autre : la transition est graduelle. Et, en effet, les lignes de séparation des cellules, bien marquées pour les parties profondes de la couche cellulaire, deviennent graduellement moins distinctes, puis disparaissent complètement dans la couche plasmodiale.

Les caractères présentés par les noyaux sont plus remarquables. Ces noyaux sont arrondis dans la *couche cellulaire* et les nombreuses figures karyokinétiques qu'ils y présentent montrent que la multiplication cellulaire se fait ici selon le processus de la division indirecte. Dans la *couche plasmodiale*, les noyaux sont légèrement ovoïdes, diversement orientés, très fortement colorés par le carmin, et ne présentent jamais de figures de karyokinèse. Le processus de multiplication paraît être celui de la division directe. A cet égard, la transition est brusque entre les deux couches, c'est-à-dire qu'on voit, dans la zone limite, de véritables nids ou centres de multiplication des noyaux; sur les fig. 21 et 25, se rapportant à un stade ultérieur, ces centres d'active multiplication nucléaire, par division directe, sont nettement visibles.

Ces caractères, déjà assez accentués dans la figure 17, deviennent bien plus visibles dans la figure 18, qui représente une région moyenne de l'épaississement ectoplacentaire au huitième jour (la région 18 de la figure 16, pl. I). Ici on voit l'active végétation de la couche plasmodiale de l'ectoplacenta se traduire par de véritables poussées qui entrent dans la muqueuse, notamment au niveau des glandes (G, G). Ce n'est plus qu'au niveau de ces glandes qu'on trouve encore trace de l'épithélium utérin, c'est-à-dire de cette couche homogène, parsemée de noyaux dans ses parties profondes. Du reste, ces noyaux, nombreux, tassés en groupes irréguliers, souvent discontinus, ont les caractères précédemment décrits (centre clair, zones périphériques foncées et colorées par les réactifs).

D'après ces descriptions, c'est-à-dire de par le fait de la résorption de ce qui représente l'épithélium utérin, et le fait des poussées de prolifération de la couche plasmodiale dans la muqueuse (fig. 18), on comprend que l'ectoplacenta soit désormais très adhérent aux saillies cotylédonaires de l'utérus, et que le blastoderme ne puisse être dès lors détaché sans déchirure et perte de substance de son ectoderme dans le domaine des croissants ectodermiques (fig. 15).

On comprend aussi que la couche plasmodiale de l'ectoplacenta

arrive ainsi au contact des vaisseaux superficiels de la muqueuse, c'est-à-dire des petits vaisseaux qui ont conservé la structure de capillaires purs, formés par un simple endothélium (V, V, V, fig. 18) et n'ont pas acquis l'adventice de cellules globuleuses qui existe autour des vaisseaux plus profonds.

Or c'est précisément en étudiant les rapports plus intimes que la couche plasmodiale va affecter avec ces capillaires superficiels, que nous ferons un pas de plus vers l'étude de l'origine et de la formation première de l'ectoplacenta.

La figure 19 représente, à l'âge de neuf jours, l'embryon avec son aire opaque. Des croissants ectoplacentaires, le bord seul est ici figuré, le reste de leur étendue étant représenté par une vaste perte de substance ectodermique. C'est que dès maintenant l'adhérence de ces croissants aux cotylédons utérins est telle que toute cette région de l'ectoderme reste fixée à l'utérus quand on en isole le blastoderme et l'embryon. Et les deux croissants ectoplacentaires étant arrachés simultanément du disque blastodermique, l'ensemble de la perte de substance a la forme d'un fer à cheval (*fer à cheval placentaire* de Van Beneden). A ce niveau, la préparation du disque blastodermique ne nous montre donc plus que l'endoderme, doublé de la lame interne du mésoderme, et sur ce champ on aperçoit un léger dessin réticulé : ce sont les vaisseaux, qui, développés d'abord sur les zones périphériques de l'aire opaque, se sont étendus maintenant dans ses parties moyennes, c'est-à-dire au niveau des lames ectoplacentaires.

Le fait que les lames ectoplacentaires ont dû rester attachées aux cotylédons utérins est facile à comprendre d'après les figures 20 et 22, qui représentent des coupes du blastoderme dans ses connexions avec la muqueuse.

Avant d'entrer dans le détail de ces connexions, remarquons que ces figures nous font comprendre comment prend naissance l'amnios. Il se produit par deux plis latéraux de l'ectoderme et du feuillet fibro-cutané mésodermique. Ces plis se forment de chaque côté de l'embryon, dans l'aire transparente, c'est-à-dire dans une région où l'ectoderme n'a aucune connexion avec la muqueuse utérine. Ces deux figures portent sur la partie postérieure du corps de l'embryon; la figure 20 est une coupe portant en arrière des dernières prévertèbres différenciées : le corps de l'embryon (A) répond exactement au sillon intercotylédonaire (IC). La figure 21 porte sur la partie

postérieure du corps de l'embryon : le développement de l'amnios y est plus avancé, ses deux replis de droite et de gauche étaient prêts de se rejoindre. On remarquera qu'ici le corps de l'embryon ne répond plus exactement au sillon intercotylédonaire (IC); c'est que souvent l'axe de l'embryon est légèrement oblique par rapport à ce sillon et qu'alors les deux lignes ne se correspondent plus à leurs extrémités. Nous avons tenu à représenter ces détails, afin de donner une idée des variétés qui peuvent se présenter à cet égard, variétés auxquelles nous avons déjà fait allusion, dès le début, en parlant des coussinets cotylédonaires de H. Hollard.

Quant aux connexions de plus en plus intimes, à cet âge, de l'ectoplacenta avec la muqueuse, elles sont représentées par la figure 21, à un grossissement de 180 fois. Sans nous arrêter sur le feuillet interne (*in*), ni sur le mésoderme et la fente pleuro-péritonéale ou cœlome externe (PP) qui sépare ses deux lames, nous insisterons sur les dispositions de la lance ectoplacentaire (*ep*). Sa couche plasmodiale est très développée; elle émet de nombreuses poussées qui pénètrent dans la muqueuse utérine et l'envahissent : ces poussées pénètrent non seulement au niveau de ce qui reste des glandes ou dépressions de la muqueuse, mais encore dans des régions quelconques du chorion de la muqueuse. Leur disposition est telle qu'elles entourent les vaisseaux capillaires de la superficie de ce chorion (les vaisseaux *v*,*v*), c'est-à-dire qu'après être arrivés au contact de la paroi vasculaire qui regarde vers la cavité de l'utérus, les prolongements de la couche plasmodiale s'étendent sur les parties latérales de ces vaisseaux et commencent à les déborder et à les entourer vers le côté qui regarde vers la surface de l'utérus. Il en résulte que, selon les hasards de la coupe, quelques-uns de ces prolongements de la couche plasmodiale sont sectionnés de telle sorte qu'ils ne montrent pas leurs connexions naturelles avec le reste de la couche, et se présentent comme de gros îlots isolés de protoplasma semé de noyaux; c'est cé qu'on voit en 2; mais la comparaison avec la région 1 éclaire aussitôt la véritable signification des îlots isolés.

Quant à la muqueuse des saillies cotylédonaires, elle présente à considérer ses vaisseaux et ses restes de glandes. Les culs-de-sac glandulaires sont plus ou moins complètement remplis par cette substance homogène qui résulte de la transformation des cellules épithéliales, et les noyaux qui y sont inclus sont tassés dans les

couches profondes, accumulés les uns sur les autres en amas irréguliers. Ces noyaux sont presque méconnaissables, réduits de volume, formés d'une périphérie foncée, d'un centre clair. Évidemment ces glandes sont en voie d'atrophie et de résorption; elles vont bientôt disparaître; elles ne jouent aucun rôle essentiel dans la formation du placenta. Les vaisseaux (VV) se distinguent en deux ordres, quant à leur structure : les profonds sont munis de cette adventice de cellules globuleuse déjà décrite et sur laquelle nous reviendrons bientôt; ils se continuent vers la superficie avec les vaisseaux superficiels, simples capillaires (*v*, *v*) que commence à envelopper la couche plasmodiale de l'ectoplacenta.

Enfin nous ferons remarquer qu'à la face profonde de l'ectoplacenta, sous sa couche cellulaire, il se détache de la lame externe du mésoderme (en 3) des cellules conjonctives embryonnaires, visibles surtout dans la concavité des plis que forme l'ectoplacenta. C'est la première trace des éléments mésodermiques du placenta fœtal, éléments qui vont préparer la voie pour l'arrivée des vaisseaux fœtaux dans le placenta.

Ainsi, en résumé, *l'évolution de la partie fœtale du placenta commence à la fin du septième jour environ par un épaississement ectodermique qui se dessine sous la forme de croissants ectoplacentaires. Dans l'étendue de ces croissants l'ectoderme est formé de couches de plus en plus nombreuses, dont les superficielles prennent bientôt une disposition plasmodique* (*couche plasmodiale de l'ectoplacenta*), *tandis que les profondes restent formées de cellules distinctes* (*couche cellulaire de l'ectoplacenta*). *Dans la couche plasmodiale, les noyaux se multiplient par division directe; dans la couche cellulaire, ils se multiplient par karyokinèse. La couche plasmodiale végète par poussées qui pénètrent dans la muqueuse des saillies cotylédonaires de l'utérus, et, à la fin du neuvième jour, arrivent à entourer plus ou moins complètement les capillaires superficiels de cette muqueuse. En même temps, toute trace de l'épithélium de l'utérus a disparu au niveau de la formation ectoplacentaire, et il n'en reste plus que dans les culs-de-sac glandulaires.*

c. Embryon de neuf jours et demi. — Le fait essentiel que nous avons à observer à neuf jours et demi (ou dix jours environ) marque un stade de première importance dans l'évolution de la formation ectoplacentaire : il s'agit en effet de l'investissement des

capillaires superficiels des cotylédons maternels par les poussées de la couche plasmodiale de l'ectoplacenta, de la disparition de la paroi endothéliale de ces capillaires, et de la réduction de ces vaisseaux à l'état de lacunes creusées dans le tissu ectoplacentaire d'origine embryonnaire, lacunes parcourues par le sang maternel.

La figure 23 (Pl. II) donne une vue d'ensemble de l'embryon et de ses annexes à ce stade. Les cotylédons maternels ont acquis une très grande épaisseur (voir le dessin de leur ensemble dans la fig. 26 de la planche suivante) et ils sont parcourus par un riche et large réseau de ces vaisseaux à épaisses parois formées de cellules globuleuses. Nous décrirons tout de suite les particularités de ces parois vasculaires, pour n'avoir plus ensuite à nous occuper que de l'embryon et de son ectoplacenta.

Déjà sur la figure 23 on voit que ces vaisseaux présentent une paroi épaisse formée de plusieurs couches de cellules. En examinant un de ces vaisseaux à un grossissement de 270 fois (fig. 24) on reconnaît qu'ils ont conservé leur tunique endothéliale (1, 1). En dehors de celle-ci, l'adventice, décrite antérieurement comme formée de cellules globuleuses, présente actuellement la même composition quant à la forme de ses cellules (2,2); mais celles-ci, augmentées en nombre, présentent déjà une modification importante, qui s'accentuera de plus en plus par la suite. Elles ont acquis une paroi cellulaire bien distincte; de plus le protoplasma granuleux n'est plus répandu uniformément à leur intérieur; il est tassé en une zone périnucléaire, qui envoie quelques prolongements radiés vers la périphérie, le reste de la cellule paraissant rempli d'un liquide clair. En un mot, ces cellules sont devenues *vésiculeuses*, et c'est le nom que nous leur donnerons désormais. Nous verrons en effet cet état s'accentuer de plus en plus, et bientôt même certaines des cellules conjonctives interstitielles (3, fig. 24) subiront la même transformation. Mais ceci n'apparaîtra que dans un stade ultérieur.

Si maintenant nous revenons à la description de l'embryon de neuf jours et demi, nous voyons (fig. 23, coupe passant par la région toute postérieure de l'embryon, au niveau de l'intestin postérieur) que l'amnios est complet dans cette région postérieure. La coupe de l'embryon sur la figure 23 n'est pas exactement comparable à celle de la figure 22, parce que l'extrémité postérieure du corps se tord et se recourbe légèrement à cette époque. Ces dispositions mériteraient une étude à part, qui ne serait pas ici à sa place. Elles

sont en rapport avec l'apparition du bourgeon allantoïdien (Al) sur les particularités duquel nous ne nous arrêterons pas non plus, réservant ces questions pour une étude spéciale où nous ferons ressortir la différence qu'il y a, à l'origine, entre le bourgeon allantoïdien du lapin et celui du poulet. Il nous suffit pour notre sujet de constater ici la présence du bourgeon (Al) et de le voir proéminer dans la cavité pleuro-péritonéale (PP) ou cœlome externe, dans une disposition telle que, par le simple fait de son développement, il doit fatalement s'étaler à la face profonde de l'ectoplacenta et arriver, en y apportant les vaisseaux fœtaux, au contact de la lame mésodermique (somatopleure) qui double cet ectoplacenta.

L'état de l'ectoplacenta à cette époque est bien caractéristique de ce stade : au faible grossissement de 21 fois, auquel a été dessinée la figure 23, il se montre sous l'aspect d'une épaisse lame ectodermique, bien distincte, parce que ses éléments se colorent fortement par le carmin, tandis que la muqueuse utérine (épithélium, *e*, et le reste des glandes, G) demeure relativement très pâle. Cette différence de teinte est rendue sans exagération par la figure 23. Cette épaisse lame ectodermique est non seulement ondulée sur ses deux bords, comme au stade précédent (fig. 10, 21, 22); mais elle présente de plus dans son épaisseur des trous, des lacunes dont il s'agit de déterminer la signification. Elle est donnée dès le premier coup d'œil jeté sur la figure 25, qui représente, à un grossissement de 270 fois, la région 25 de la figure 23.

Nous y voyons en effet ces lacunes (L, L) former des orifices taillés comme à l'emporte-pièce dans la couche plasmodiale de l'ectoplacenta. Mais si ces lacunes sont représentées ici, pour la netteté du dessin, comme des places vides, il n'en est pas de même sur les préparations, où on les voit pleines de sang, c'est-à-dire de globules rouges [1]. Les pièces colorées par l'éosine sont particulièrement démonstratives à cet égard, surtout lorsqu'on a eu soin, lors de l'extirpation de l'utérus, de préparer la pièce de sorte que les vaisseaux de l'utérus ne se vident pas : dans ce cas, les lacunes en question sont gorgées d'hématies, qui prennent vivement l'éosine, de sorte que la préparation ressemble à une véritable injection. Ces héma-

1. Ne disposant pas de figures coloriées, nous avons, sur toutes nos planches, renoncé à figurer les globules qui remplissent les vaisseaux et les lacunes, qui, se traduisant ainsi par des espaces vides, frappent mieux les yeux à la première inspection des figures.

ties sont identiques à tous égards aux globules rouges maternels, tels qu'on les trouve pareillement dans les vaisseaux profonds des cotylédons utérins. Du reste, l'étude anatomique des préparations montre que ces lacunes se continuent avec les vaisseaux maternels.

En effet, si parmi ces lacunes il en est qui sont circonscrites de tous côtés par les éléments de la couche plasmodiale de l'ectoplacenta (par exemple les deux lacunes à l'extrémité gauche de la fig. 25), il en est par contre qui sont libres du côté de la région profonde de la couche plasmodiale (par exemple la lacune qui est à l'extrémité droite de la fig.) et qui par là se continuent avec un capillaire de la muqueuse.

En comparant des préparations comme celles des figures 21 et 25, on se rend compte du mode de formation des lacunes sanguines en question : on voit qu'à mesure que les éléments de la couche plasmodiale ont enveloppé les capillaires les plus superficiels de la muqueuse, ils les ont englobés en les serrant de plus en plus près, jusqu'à amener l'atrophie et la disparition de leur endothélium, de sorte que finalement le sang maternel est à ce niveau contenu dans des sinus qui n'ont d'autres parois que la couche plasmodiale elle-même. Les diverses parties de la figure 25 montrent les divers stades de cette transformation, qui aboutit à cette disposition la plus remarquable et la plus paradoxale de l'ectoplacenta, à savoir qu'en définitive il forme une série de sinus limités par des éléments ectodermiques fœtaux et remplis de sang maternel. Cette disposition est assez essentielle pour qu'elle donne lieu à une dénomination qui rappelle sa nature; c'est pourquoi nous désignerons ces sinus sous le nom de *lacunes sangui-maternelles de l'ectoplacenta*.

Les autres détails à signaler à cet âge (neuf jours et demi, fig. 25) sont relativement peu importants : Du côté de la muqueuse utérine (chorion des saillies cotylédonaires), notons qu'il ne reste plus que de très rares rudiments des glandes utérines (fig. 25), dont toute trace aura bientôt disparu, et que les cellules conjonctives les plus superficielles (les plus voisines de l'ectoplacenta) commencent à prendre une structure vésiculeuse, avec noyaux multiples (en 4, fig. 25); nous reviendrons ultérieurement sur ce dernier détail, alors qu'il se présentera d'une manière plus caractérisée encore. Du côté des membranes fœtales, signalons d'une part l'apparition ou, pour mieux dire, l'extension des vaisseaux entre l'entoderme (*in*) et la lame correspondante du mésoderme ; ce sont les vaisseaux

(*vo*, fig. 25) de la vésicule ombilicale. D'autre part, notons le développement des éléments mésodermiques provenant de la lame externe du mésoderme (en 3) et qui remplissent la concavité des plis que forme la couche cellulaire de l'ectoplacenta. Nous verrons bientôt que ces éléments mésodermiques envahiront l'ectoplacenta en y pénétrant sous forme de cloisons par lesquelles arriveront les vaisseaux allantoïdiens, ainsi qu'il a déjà été dit à propos de la disposition de l'allantoïde sur la figure 23.

Ainsi, en résumé, *après le neuvième jour, les éléments de la couche plasmodiale de l'ectoplacenta ont entouré les capillaires superficiels des cotylédons utérins, et, par le fait de la disparition de la paroi endothéliale, qui seule limitait ces vaisseaux, ceux-ci se trouvent réduits à l'état de sinus creusés dans la substance de l'ectoplacenta, c'est-à-dire de sinus limités par des éléments ectodermiques de l'embryon et remplis de sang maternel : telle est l'origine des lacunes sangui-maternelles de l'ectoplacenta.*

Nous sommes ainsi arrivés à un point culminant de l'histoire de l'évolution de l'ectoplacenta; nous venons en effet de voir ce que nous avons appelé sa *période de formation.* Son évolution ultérieure va, par suite de l'arrivée des vaisseaux fœtaux allantoïdiens, consister en un remaniement particulier qui, en même temps qu'il augmentera singulièrement ses dimensions, modifiera complètement son aspect (*période de remaniement*). Cette *période de remaniement* comprendra plusieurs stades, dont les derniers méritent surtout cette dénomination, le premier consistant simplement en une pénétration des vaisseaux fœtaux dans l'ectoplacenta. Mais ce premier stade étant l'origine des suivants, il nous paraît rationnel de les comprendre tous dans une même division du sujet, et d'arrêter ici ce que nous appelons la période de formation.

Explication des Planches.

Planche XIV.

Figures 1-7, 7e jour de la gestation.

Figure 1. — Coupe d'un renflement de la corne utérine d'une lapine au 7e jour de la gestation. Grossissement de 4 fois.

MM, bord mésométrique de la corne; — O, l'œuf ou vésicule blastodermique; — *m*, musculature de l'utérus; — 1, 2, les deux saillies cotylédonaires; — 3, muqueuse de la partie opposée (non mésométrique); — 4, sillon intercotylédonaire.

Fig. 2. — Détails de la paroi utérine dans la région non mésométrique (la région 3 de la figure précédente). — Grossissement de 70 fois.

1, muscles longitudinaux; — 2, muscles transversaux; — 3, chorion de la muqueuse; — 4, épithélium; — 5, régions où les cellules épithéliales commencent à se fusionner en une couche homogène avec des noyaux à centre clair.

Fig. 3. — Vue d'ensemble de la constitution d'une saillie cotylédonaire de la muqueuse (1, 2 de la fig. 1). Grossissement de 25 fois.

MM, région mésométrique; — *m*, muscles longitudinaux; — 1, 1, épithélium; — 2, 2, dépressions glanduliformes; — 3, 3, vaisseau du chorion.

Fig. 4. — Epithélium des saillies de la coupe représenté dans la figure précédente. Grossissement de 200 à 250 fois.

1, couche homogène; — 2, origine d'une dépression glandulaire; — 3, 3, capillaires; — 4, cellules conjonctives étoilées.

Fig. 5. — Un vaisseau capillaire des parties périphériques d'une saillie cotylédonaire. — Grossissement 200 fois.

1, cellules de l'endothélium vasculaire; — 2, cellules globuleuses formant une tunique adventice au capillaire; — 3, cellules conjonctives étoilées du chorion.

Fig. 6. — Vaisseau de la partie moyenne, la plus développée d'une saillie cotylédonaire. — Grossissement 200 fois.

1, 1, endothélium; — 2, adventice formée de plusieurs couches de cellules globuleuses; — 3, cellules conjonctives ambiantes.

Fig. 7. — Embryon et aire opaque de 7 jours 1/2. — AO, AO, limites antérieure et postérieure de l'aire opaque; — 1, 2, croissants ectoplacentaires; — E, embryon. — Grossissement de 8 fois.

Figures 8 à 14, embryon de 8 jours.

Fig. 8. — Embryon et aire opaque de 8 jours : — V, les îlots vasculaires de la périphérie de l'aire opaque; — 1, 2, croissants ectoplacentaires; — 9, 11, 13, lignes selon lesquelles ont été pratiquées les coupes représentées dans les figures 9, 11 et 13. — Grossissement de 8 fois.

Fig. 9. — Coupe d'un blastoderme de 8 jours, passant par la partie antérieure de l'embryon (selon la ligne 9 de la fig. 8). — A, axe de l'embryon; — LM, LM, lames médullaires céphaliques; — V, V, îlots vasculaires; — *ex* (10), région de l'ectoderme (croissant ectoplacentaire) représentée dans la figure 10. — Grossissement 44 fois.

Fig. 10. — Détails, à un grossissement de 240, de la région *ex* (10) de la coupe précédente : — *ex*, ectoderme; — *in*, endoderme; — entre les deux le mésoderme formé d'une seule couche de cellules.

Fig. 11. — Coupe d'un blastoderme de 8 jours, passant par la partie postérieure de l'embryon (selon la ligne 11 de la fig. 8) et par la partie antérieure des croissants ectoplacentaires. — Grossissement 44 fois.

A, axe de l'embryon; — LM, LM, lames médullaires; — *ex* (12), région de l'ectoderme (croissant ectoplacentaire) reprise dans la figure 12.

Fig. 12. — Détails, à un grossissement de 240, de la région *ex* (12) de la figure précédente. Lettres comme ci-dessus.

Fig. 13. — Coupe selon la ligne 13 de la figure 8. — Grossissement 44 fois, lettres comme ci-dessus.

Fig. 14 — Détails, à un grossissement de 240, de la région *ex* (14) de la figure précédente : — *ex*, ectoderme; — *in*, entoderme; — *ms*, mésoderme, forme ici deux lames.

Figures 15, 16 (avec 17 et 18 de la planche suivante), embryon de 8 jours 1/2.

ig. 15. — Embryon et aire opaque de 8 jours 1/2 : — V, îlots sanguins de la périphérie e l'aire opaque; — 1, 4, croissants ectoplacentaires; — 2, 3, lacunes dans ces croissants, roduites pendant l'arrachement du blastoderme, et résultant de ce que des portions d'ectoderme sont restées adhérentes aux saillies cotylédonaires de l'utérus. — Grossissement 8 fois.

Fig. 16. — Coupe d'un blastoderme de 8 jours 1/2, dans ses connexions avec l'utérus, selon la ligne 16 de la figure 15.

A, coupe du corps de l'embryon ; — IC, sillon intercotylédonaire ; — *e*, épithélium de l'utérus ; — V, vaisseau du chorion des saillies cotylédonaires ; — P, périphérie du blastoderme (en dehors de l'aire opaque) ; — *ep*, coupe des croissants ectoplacentaires ; — 17, 18, régions dont l'étude est représentée dans les figures 17 et 18. — Grossissement de 36 fois.

PLANCHE XV.

Fig. 17. — Détails, à un grossissement de 250, de la partie la plus interne de la lame ectoplacentaire à l'âge de 8 jours 1/2 (région 17 de la figure 16, de la planche I) : — *e*, couche qui représente l'épithélium utérin transformé ; — *ex*, ectoderme, s'épaississant de dedans en dehors et présentant bientôt une couche plasmodiale et une couche cellulaire ; — *ms*, mésoderme ; — V, V, capillaires superficiels de la muqueuse (de la saillie cotylédonaire).

Fig. 18. — Détails, à un grossissement de 250, de la partie moyenne de la lame ectoplacentaire à l'âge de 8 jours 1/2 (région 18 de la figure 16) : — G, G, restes des glandes ou dépressions de la muqueuse des saillies cotylédonaires de l'utérus ; — V, V, V, vaisseaux capillaires superficiels de cette muqueuse ; — *mse*, feuillet externe du mésoderme, doublant la lame ectoplacentaire ; — *msi*, feuillet interne doublant le mésoderme *in*.

Fig. 19. — Embryon et aire opaque de 9 jours. — Grossissement de 8 fois.

Une vaste lacune ou perte de substance ectodermique tient la place de l'ensemble des croissants ectoplacentaires, l'ectoplacenta étant demeuré attaché aux cotylédons utérins.

Fig. 20. — Coupe de la partie postérieure de cet embryon et de son blastoderme. — Grossissement de 35 fois.

IC, sillon intercotylédonaire ; — A, corps de l'embryon (gouttière médullaire près de se fermer) ; — *am*, replis amniotiques ; — G, G, glandes utérines ; — V, vaisseaux de la muqueuse ; — 21, région représentée dans la figure suivante.

Fig. 21. — La région 21 de la figure précédente à un grossissement de 180 fois.

In, feuillet interne ; — PP, fente pleuro-péritonéale (cœlome externe) ; — 3, éléments mésodermiques de la lame externe du mésoderme ; — *ep*, la lame ectoplacentaire ; — V,V, capillaires superficiels des cotylédons utérins ; — V,V, vaisseaux profonds ; — G, G, glandes.

Fig. 22. — Coupe de l'extrémité toute postérieure de ce même embryon de 9 jours et de son blastoderme. — Grossissement de 35 fois.

On y voit comment les replis amniotiques viennent au contact pour circonscrire la cavité amniotique.

Figures 23, 24 et 25, embryon de 9 jours 1/2.

Fig. 23. — Vue d'ensemble d'une coupe de l'embryon, de l'ectoplacenta et d'une grande partie des cotylédons utérins à 9 jours 1/2. — Grossissement de 21 fois.

IC, sillon intercotylédonaire ; — V, vaisseaux profonds (à adventice de cellules vésiculeuses) du chorion des cotylédons ; — *e*, épithélium utérin ; — G, restes de glandes ; — *ep*, lame ectoplacentaire ; — PP, fente pleuro-péritonéale (cœlome extra-embryonnaire) ; — A, corps de l'embryon (coupe de la moelle épinière, des prévertèbres, de l'intestin postérieur) ; — Am, cavité de l'amnios ; — Al, l'allantoïde.

Fig. 24. — Parois d'un vaisseau de l'épaisseur des cotylédons, à l'âge de 9 jours 1/2, à un grossissement de 300 fois.

1, 1, cellules endothéliales ; — 2, 2, cellules vésiculeuses qui forment l'épaisse adventice doublant extérieurement l'endothélium ; — 3, cellules conjonctives interstitielles.

Fig. 25. — La région 25 de la figure 23, à un grossissement de 270 fois.

G, reste de glande utérine ; — V, V, vaisseau à adventice de cellules vésiculeuses ; — v, v, capillaires circonscrits seulement par une couche endothéliale ; — L,L, lacunes sanguimaternelles de l'ectoplacenta ; — 1, couche cellulaire ; — 2, couche plasmodiale de l'ectoplacenta ; — 3, cellules mésodermiques ; — *in*, feuillet interne du blastoderme ; — Vo, vaisseaux ombilicaux.

SUR LA CIRCULATION ARTÉRIELLE

CHEZ LE

MACACUS CYNOMOLGUS ET LE MACACUS SINICUS

COMPARÉE A CELLE DES SINGES ANTHROPOMORPHES ET DE L'HOMME

Par le Dr F. ROJECKI.

(*Planches XVI et XVII*).

L'anatomie des singes anthropomorphes est aujourd'hui connue grâce aux travaux d'un certain nombre d'anatomistes, parmi lesquels je citerai en particulier Gratiolet et Alix, Duvernoy, Chapman, Vrolik, etc.

Il n'en est point de même des singes inférieurs, et les recherches bibliographiques que j'ai entreprises à ce sujet sembleraient démontrer que certains points de l'anatomie de ces animaux et en particulier l'angéiologie ont été laissés de côté ou du moins n'ont point été traités d'une manière complète.[1]

C'est pourquoi j'ai entrepris une étude du système circulatoire de ces animaux dans la pensée qu'il y aurait un certain intérêt à comparer leur circulation à celle de l'homme et des singes supérieurs.

Mes recherches ont été faites dans le laboratoire d'anatomie comparée dont le directeur, M. le professeur Pouchet, a eu l'extrême obligeance de mettre à ma disposition un certain nombre de macaques, une dizaine environ, provenant de la ménagerie du Muséum.

Ces macaques sont de deux espèces, le macaque commun (*macacus cynomolgus*) et le macaque bonnet chinois (*macacus sinicus*).

Qu'il me soit permis enfin, en terminant ce travail, de remercier

1. Theile, *Ueber das Arteriensystem von Simia Innus*. In : *Müller's Arch. f. Anatom.*, 1852.

M. Boulart et mon ami le docteur Jouve pour les conseils qu'ils ont bien voulu me donner dans la rédaction de ce travail.

Artère pulmonaire. — L'artère pulmonaire se porte du ventricule droit en haut et en arrière, inclinée à gauche, sous la crosse de l'aorte. Elle se bifurque en envoyant ses branches presque transversalement vers les poumons, où elles se subdivisent.

L'artère pulmonaire se comporte de la même façon chez les magots [1] et les anthropomorphes ; ses rapports chez ces derniers sont ceux de l'homme.

L'aorte naît du ventricule gauche ; elle s'incurve en crosse et forme l'aorte descendante. A sa naissance, se détachent les artères coronaires qui sont au nombre de deux. Leur point d'origine se trouve sur les côtés, droit et gauche, au-dessus des valvules.

L'*artère coronaire* gauche ou antérieure, plus volumineuse que la droite, prend naissance sur le côté gauche de la base de l'aorte ; elle est cachée par l'artère pulmonaire. Elle se dirige à gauche et en avant et se divise après un court trajet, de 4 millimètres, en deux branches, droite et gauche ; la branche droite se porte en avant et un peu à droite en décrivant une légère courbe à concavité droite, pour descendre sur la paroi antérieure du cœur à la limite des deux ventricules, jusqu'à sa pointe. Dans ce trajet, elle donne une petite branche transversale qui se porte dans le sillon auriculo-ventriculaire droit, ainsi que de nombreuses branches sur la paroi antérieure du cœur. La branche gauche dévie légèrement à gauche pour se loger dans le sillon auriculo-ventriculaire sous l'oreillette gauche, où elle se divise en deux branches secondaires ; la branche verticale descend en se ramifiant sur la face intérieure et gauche du cœur jusqu'à sa pointe ; la branche transversale suit le sillon auriculo-ventriculaire gauche, cachée par l'oreillette gauche. Arrivée au bord postérieur de cette oreillette, cette branche envoie un rameau descendant sur la paroi postérieure du cœur en cheminant dans le sillon qui sépare le ventricule gauche du sinus des veines pulmonaires, jusqu'au voisinage du ventricule droit ; elle quitte ce sillon pour s'épuiser sur la paroi postérieure du cœur.

L'*artère coronaire* droite ou postérieure naît au niveau de la face antérieure et à droite de la base de l'aorte, en arrière de l'artère

1. Theile, *Ueber das Arteriensystem von Simia Innus*. In : *Müller's Arch. f. Anatom.*, 1852.

pulmonaire, elle se porte d'abord en bas et en avant pour entrer ensuite horizontalement dans le sillon auriculo-ventriculaire droit, ou plutôt au-dessous de ce sillon. Parvenue au bord postérieur de l'oreillette droite, elle se coude à angle droit pour gagner la face postérieure du cœur dans le sillon interventriculaire jusqu'auprès de la pointe du cœur. Au niveau de son coude, elle donne une branche qui continue son trajet dans le sillon auriculo-ventriculaire, en arrivant jusqu'au voisinage de la branche correspondante gauche avec laquelle elle paraît s'anastomoser.

Chez les magots, l'aorte ascendante donne les deux coronaires. La coronaire gauche est beaucoup plus considérable que la droite et se divise aussitôt après sa naissance en branche antérieure et en circonflexe. La branche antérieure se dirige le long de la cloison jusqu'à la pointe du cœur où elle se porte à gauche en contournant le sommet du ventricule gauche; elle donne de forts rameaux aux ventricules. La branche circonflexe s'avance dans le sillon horizontal, d'abord entre l'oreillette et le ventricule gauche, ensuite entre les mêmes parties du cœur droit jusqu'à son bord droit en donnant des rameaux ascendants et descendants au cœur gauche et à la portion postérieure du cœur droit. Une des branches descendantes parcourt le sillon longitudinal postérieur du cœur.

La coronaire droite est un petit rameau qui se divise sur l'oreillette droite et sur la partie antérieure et supérieure du ventricule correspondant.

Tous les auteurs que j'ai consultés sont muets sur la disposition de ces vaisseaux chez les anthropomorphes.

On voit, par cette description des coronaires chez les macaques et les magots, qu'elles présentent quelques particularités relativement à leur distribution normale chez l'homme : en premier lieu nous voyons la perversion des volumes des coronaires, en second lieu l'existence des rameaux surnuméraires à la coronaire gauche.

Mais il n'est pas très rare de voir, chez l'homme, une des coronaires diminuer notablement de volume et être remplacée par les rameaux plus nombreux de l'autre.

L'aorte ascendante arrivée au niveau de la 3e vertèbre dorsale, à peu près, forme la *crosse de l'aorte*. De sa convexité on voit naître le *tronc brachio-céphalique* et la *sous-clavière gauche*. Habituellement, ces deux troncs sont tellement rapprochés l'un de l'autre à leur base, qu'ils semblent unis. Dans un cas même, ce rapprochement était si intime que la sous-clavière paraissait se confondre avec le tronc brachio-céphalique. Cependant j'ai remarqué, sur un macaque ordinaire, que l'origine de ces deux troncs

était séparée par un intervalle d'un demi-centimètre environ et que le point de naissance de la carotide gauche était beaucoup plus près de la crosse aortique que dans tous les autres cas observés.

Chez les magots, les troncs vasculaires qui naissent de la crosse de l'aorte présentent absolument la même disposition que chez les macaques.

En passant aux anthropomorphes, nous voyons que, chez le gibbon, les troncs en question se comportent comme chez les cercopithèques. La même disposition a été observée par Mayer [1] chez le chimpanzé et par Mayer et Jeffries [2] chez les orangs; cependant, chez le chimpanzé examiné par Gratiolet et Alix [3] et chez celui de Vrolik [4] les rapports de ces troncs vasculaires étaient les mêmes que chez l'homme, tandis que chez le chimpanzé disséqué par Chapman [5] la carotide gauche formait avec la sous-clavière gauche un tronc commun. Chez les gorilles, l'arrangement de ces vaisseaux offre la même disposition que chez l'homme.

On sait, enfin, combien il est fréquent chez l'homme de voir provenir de la crosse de l'aorte deux troncs dont le gauche constitue la sous-clavière gauche, tandis que le droit fournit les deux carotides et la sous-clavière droite. Il n'est pas rare non plus de rencontrer chez l'homme la même disposition dans les vaisseaux qui naissent de la crosse de l'aorte que celle qui a été vue par Chapman chez le chimpanzé.

Carotides primitives. — Les carotides primitives constituent deux troncs, d'inégale longueur, qui se portent de chaque côte de la trachée, recouverts par les sterno-mastoïdiens, omo-hyoïdiens et peaucier vers la partie supérieure du cou. La carotide droite naît de la partie horizontale du tronc brachio-céphalique, la carotide gauche naît du même tronc au niveau de sa base; elle est donc plus longue que la droite de toute la longueur de la partie verticale du tronc brachio-céphalique; son origine peut cependant être plus élevée et plus rapprochée de la carotide droite. Arrivée au bord inférieur du cartilage thyroïde, entre ce cartilage et la face interne du ventre postérieur du digastrique, la carotide de chaque côté se bifurque en carotides externe et interne.

1. Mayer, *Zur Anatomie des Orang-Utan und des Chimpanze.* In : *Arch. f. Naturgesch.*, 22. Jahrg. 1856, Bd. I, p. 293.
2. Jeffries, *Some a count of the disposition of a Simia satyrus.* In : *Philosoph. Magaz.*, vol. 67, 1826, p. 185.
3. Gratiolet et Alix, *Recherches sur l'anatomie du troglodytes aubryi, etc.* In : *Nouv. arch. Mus. d'hist. nat.*, 1866, vol. 2, p. 220.
4. Vrolik, *Recherches sur l'anatomie du chimpanzé.* Amsterdam, 1841.
5. Chapman, *On the structure of the chimpanzee.* In : *Proc. acad. Philad.* 1879, p. 58.

En dedans, la carotide primitive est en rapport avec les muscles prétrachéaux et la trachée, en dehors avec la veine jugulaire interne, en arrière avec le nerf pneumogastrique et les muscles prévertébraux. Ces rapports sont, par conséquent, les mêmes que chez l'homme.

Dans leur trajet cervical les carotides primitives ne donnent aucune branche; j'ai trouvé cependant sur un macaque bonnet chinois une petite branche qui naissait immédiatement au-dessous de la bifucation et qui se portait aux muscles prévertébraux.

La carotide primitive, chez les magots, monte jusqu'à la moitié du larynx où elle se divise en deux branches. Elle donne régulièrement la petite thyroïdienne inférieure qui prend naissance au-dessous de la moitié de la carotide primitive, pour se distribuer dans la partie inférieure de la glande thyroïde, ainsi que sur l'œsophage et la trachée. Sur un sujet, ce tronc du côté droit était plus volumineux que d'habitude, tandis qu'à gauche il était très petit.

Je n'ai jamais observé une pareille disposition chez les macaques. Chez les anthropomorphes ce tronc se comporte comme celui de l'homme et des cercopithèques.

Carotide externe. — Elle semble d'abord continuer le trajet de la carotide primitive, mais, après un trajet de quelques millimètres, elle dévie légèrement en arrière et en dehors; elle est située, dans cette partie de son trajet, en avant et en dehors de la carotide interne. Elle monte ensuite derrière la branche montante de la mâchoire inférieure jusqu'à son condyle, où elle se transforme en branche terminale, la maxillaire interne. La carotide externe est recouverte par le ventre postérieur du digastrique et par le nerf hypoglosse, et plus haut par la parotide.

Chez les magots, la carotide externe forme aussi un arc à convexité postérieure en se portant en haut, en arrière et en dehors jusqu'au-dessous de l'articulation de la mâchoire inférieure, où elle se divise en ses deux branches terminales. Elle est recouverte en bas par le digastrique, en haut par la parotide.

La carotide externe chez les anthropomorphes se comporterait comme chez l'homme.

Les branches de la carotide externe sont : 1° *Artère thyroïdienne supérieure* ; elle naît sur la face antéro-interne de la carotide externe, immédiatement après sa naissance. Plus souvent elle prend naissance sur la maxillaire externe.

2° *Artère maxillaire externe*, naît sur la face antérieure de la carotide externe, presque à l'origine de celle-ci; comme volume elle lui est un peu inférieure. Elle se porte presque horizontalement en avant, masquée par le ventre postérieur du digastrique et par le nerf grand hypoglosse, vers le bord antérieur du muscle masséter; elle s'applique ensuite contre le bord inférieur de la mâchoire inférieure tout en conservant la même direction, longe la face antérieure de la base de l'abajoue, en devenant de plus en plus verticale, se rapproche ensuite de la commissure des lèvres pour se porter au bord inférieur de l'orbite, où elle s'anastomose avec l'ophtalmique.

Ses collatérales sont : *a. Thyroïdienne supérieure*. Elle prend naissance sur la face inférieure de la maxillaire externe, quelquefois sur la carotide externe. Elle se porte, en décrivant des flexuosités, en bas et en dedans pour pénétrer dans la partie supérieure du lobe du corps thyroïde, où elle descend vers l'isthme en se divisant en nombreuses branches. Dans les cas où elle provient de la carotide externe, elle décrit une courbe à concavité inférieure. Ses branches sont : α. Artère laryngée supérieure, qui naît sur la thyroïdienne supérieure immédiatement après son origine, mais elle paraît prendre plus souvent naissance isolément sur la maxillaire externe; son volume peut être quelquefois égal à celui de la thyroïdienne supérieure. Elle se porte vers le bord supérieur du cartilage thyroïde, en se divisant en deux rameaux : le supérieur se ramifie sur la membrane thyro-hyoïdienne près du bord inférieur de l'os hyoïde, l'autre se porte en bas, en perforant la membrane thyro-hyoïdienne, derrière le bord supérieur du cartilage thyroïde, pour descendre le long de la face interne de ce cartilage sous la muqueuse et se ramifier dans le larynx jusqu'aux cordes vocales inférieures. Sur un macaque bonnet chinois, cette artère envoyait des rameaux aux muscles thyro, omo et stylo-hyoïdiens, ainsi qu'au lobe du corps thyroïde. β. Un rameau au muscle sterno-mastoïdien; souvent il est très petit. γ. Artère laryngée inférieure, qui paraît quelquefois, par son volume, continuer le tronc de la thyroïdienne supérieure, naît au niveau du bord inférieur du cartilage thyroïde en se portant ensuite vers le cartilage cricoïde et en envoyant des rameaux au corps thyroïde, à la trachée et l'œsophage, aux cartilages thyroïde et cricoïde, ainsi qu'aux muscles de cette région. δ. Le rameau œsophagien, qui, dans d'autres cas, est produit par la laryngée inférieure.

b. Artère linguale, naît sur la face antérieure et interne de la maxillaire externe au niveau du bord postérieur du muscle hyoglosse sous lequel elle s'engage. Chez un sujet, elle prenait naissance du côté gauche sur la carotide externe avec la thyroïdienne supérieure. Elle se dirige de bas en haut, d'arrière en avant et de dehors en dedans; elle émerge ensuite sous le bord antérieur du muscle hyoglosse et s'applique, tout en conservant sa direction primitive, contre la face externe du muscle génio-glosse; elle monte ensuite pour s'appliquer contre la face inférieure de la langue où elle chemine jusqu'à la pointe de cet organe. Ses collatérales sont : α. Artère sublinguale, naît sur la face externe de la linguale sous le muscle hyo-glosse, se porte en avant et légèrement en dehors, en divergeant avec la linguale, pénètre au-dessus du ventre antérieur du digastrique et du mylohyoïdien, chemine appliquée contre la face inférieure de la glande sublinguale et la face interne de la mâchoire inférieure jusqu'à la partie antérieure de la muqueuse buccale, au niveau des incisives inférieures. β. Rameau sus-hyoïdien, est une branche grêle, récurrente, qui se détache du tronc de la linguale un peu en avant de l'os hyoïde; elle se porte d'avant en arrière et de dehors en dedans vers le bord supérieur de l'os hyoïde, où il se ramifie dans les muscles génio-hyoïdien et hyo-glosse. γ. 1-2 rameaux qui se portent vers la base de la langue et qui peuvent être considérés comme l'artère dorsale de la langue. δ. Artère sublinguale accessoire, se détache de la linguale sous le muscle hyo-glosse, près de son bord antérieur; elle perfore ce muscle en s'appliquant contre sa face externe, suit une direction qui est à peu près parallèle à celle de la linguale, passe au-dessus de la glande sublinguale en se rapprochant de la face supérieure du muscle génio-hyoïdien et correspond à la face externe du muscle génio-glosse. — Enfin, arrivée au niveau du tendon de l'insertion du muscle génio-hyoïdien, elle se confond en un tronc unique avec la même artère du côté opposé pour traverser d'arrière en avant et de bas en haut l'angle antérieur de la mâchoire inférieure et se ramifier dans la lèvre inférieure. Sur un sujet, l'artère sublinguale accessoire du côté gauche se terminait dans la muqueuse du plancher buccal, tandis que, du côté droit, elle se divisait en deux rameaux, dont l'un se terminait également dans la muqueuse sous-linguale en lui fournissant de nombreux rameaux, l'autre traversait l'angle de la mâchoire comme d'habitude. Chemin faisant, la

sublinguale accessoire donne des rameaux au génio-hyoïdien et au mylo-hyoïdien, ainsi que des rameaux à la glande sublinguale. Sur un macaque bonnet chinois elle donnait une forte branche à cette glande. La branche terminale de la linguale se dirige sous le nom d'artère ranine d'arrière en avant, cachée dans la couche profonde de la langue, vers sa pointe. Elle converge légèrement avec celle du côté opposé en donnant, dans tout son trajet, de nombreuses branches transversales, qui paraissent s'anastomoser avec celles du côté opposé.

Plus loin la maxillaire externe donne : *c.* des *rameaux musculaires* aux muscles stylo-hyoïdien et pterygoïdien interne; souvent une petite branche qui accompagne le nerf grand hypoglosse pour se ramifier au niveau du bord postérieur du muscle mylo-hyoïdien. *d. 1-2 rameaux* à la glande sous-maxillaire. *e. 2-3 branches* au masséter. *f. artère sous-mentale*, naît sur la face interne de la maxillaire externe, au niveau du bord antérieur du masséter; elle se porte d'arrière en avant le long du bord inférieur de la mâchoire inférieure pour se diviser sur la face inférieure du ventre antérieur du digastrique en deux branches : l'interne, plus petite, qui se porte vers l'angle antérieur de la mâchoire inférieure, contourne le bord inférieur de celle-ci pour se ramifier sur la partie inférieure du menton; l'externe, plus volumineuse, contourne de la même manière le bord inférieur de la mâchoire, au niveau de son milieu, pour se porter dans la lèvre inférieure, au point qui correspond à l'incisive externe. Elle se ramifie dans la lèvre inférieure en s'anastomosant avec la coronaire inférieure et la sublingnale. *g. artère buccale* ou faciale, naît de la maxillaire externe au niveau du bord antérieur du masséter, immédiatement en avant de la mentale; elle monte ensuite sur la face externe du masséter en décrivant des flexuosités; ici elle est placée derrière l'abajoue dont elle contourne la base d'arrière en avant, en décrivant une courbe à concavité inférieure, pour se jeter dans la coronaire supérieure au niveau de la commissure des lèvres. Elle donne une branche au masséter et les branches postérieures et supérieures de l'abajoue. Sur un macaque commun cette branche ne contournait pas l'abajoue, mais elle se portait directement en haut, en décrivant des flexuosités pour se jeter en plein canal dans la branche terminale de la maxillaire externe, à égale distance entre la commissure des lèvres et le bord inférieur de l'orbite. Elle donnait, outre les branches ci-dessus décrites, une

grosse branche qui s'en détachait derrière l'abajoue pour se rendre au réseau anastomotique sur la face antérieure de l'os malaire. *h. branches pour l'abajoue*, au nombre de 5-6, naissent sur la face supérieure de la maxillaire externe; elles se ramifient sur la face antérieure et inférieure de l'abajoue.

Après avoir fourni ces branches, la maxillaire externe contourne, de bas en haut, le bord inférieur de la mâchoire inférieure en se portant vers l'angle de la bouche. Ici elle donne : *i. artère coronaire inférieure*, qui se porte en bas et en avant pour se rapprocher ensuite du bord de la lèvre inférieure dans laquelle elle se dirige vers la ligne médiane; elle abandonne de nombreux rameaux qui se ramifient dans la région correspondante.

Immédiatement en avant de la naissance de la coronaire inférieure, la maxillaire externe se bifurque; la branche antérieure de la bifurcation semble, par son volume et par son trajet rectiligne, prolonger le tronc, c'est la *coronaire supérieure*; elle suit le bord de la lèvre supérieure jusqu'à l'incisive interne où elle se coude en haut sous un angle droit; elle se porte ainsi verticalement jusqu'à la base de l'aile du nez; ici elle dévie en dehors, puis en dedans en décrivant une courbe à concavité interne. Sa branche terminale se ramifie sur le dos du nez ainsi qu'au niveau de l'angle interne de l'orbite en s'anastomosant avec l'ophtalmique et le réseau vasculaire sous-orbitaire. Un peu au-dessus du coude qu'elle décrit au niveau des incisives, la coronaire supérieure donne une petite branche qui se porte horizontalement vers la ligne médiane pour former une arcade anastomotique avec la branche correspondante du côté opposé. De la partie moyenne de cette arcade, on voit s'élever deux petits rameaux parallèles qui se portent vers la cloison du nez et qui forment un petit plexus artériel, que j'ai nettement observé sur un macaque bonnet chinois. C'est l'*artère de la sous-cloison*. La branche terminale de la coronaire supérieure donne deux petites branches qui se portent sur l'aile du nez en s'y dispersant en une multitude de fins rameaux, qui forment ainsi un plexus artériel analogue au précédent et qui communique avec lui.

La *branche postérieure* de la bifurcation de la maxillaire externe peut être regardée comme sa branche terminale. Elle se porte, presque en ligne droite, vers le bord inférieur de l'orbite pour concourir à la formation du réseau anastomotique sous-orbitaire.

3° *Deux rameaux au sterno-mastoïdien;* ils naissent sur la face

postérieure de la carotide externe, l'un au-dessus, l'autre au-dessous du ventre postérieur du digastrique. Ces rameaux ne sont pas constants, ils peuvent manquer ou n'être que des branches de l'occipitale.

4° *Artère pharyngienne ascendante*, naît sur la face interne de la carotide externe un peu au-dessus de la thyroïdienne supérieure; elle monte, cachée par les deux carotides, le long de la colonne vertébrale, vers la base du crâne; elle se place ensuite entre les faisceaux les plus antérieurs du pterygoïdien interne, auquel elle envoie un rameau, et la paroi latérale supérieure du pharynx où elle se recourbe en avant en se ramifiant. J'ai observé sur un macaque bonnet chinois que cette artère fournissait deux rameaux volumineux au muscle droit antérieur de la tête.

5° *Artère occipitale*, naît tantôt isolément, tantôt par un tronc commun avec l'auriculaire postérieure sur la face postérieure de la carotide externe, au-dessous du coude qu'elle décrit pour se porter vers le condyle de la mâchoire inférieure; dans le premier cas, elle se porte en haut et en arrière vers l'apophyse mastoïde; dans le second, c'est le tronc de deux artères qui suit cette direction en se divisant au niveau de cette apophyse. Arrivée sous le bord antérieur du muscle sterno-mastoïdien, l'artère occipitale se divise en deux branches, en *auriculo-occipitale* et en *occipitale*. La branche auriculo-occipitale se porte en haut et en arrière dans le sillon situé entre le muscle sterno-mastoïdien et le conduit auditif externe, où elle se divise en deux branches : l'antérieure se ramifie sur la face postérieure et inférieure de la conque de l'oreille, la postérieure se porte en dedans, sur la partie postérieure du pariétal, où elle se ramifie entre deux branches de l'auriculaire postérieure. La branche occipitale pénètre sous le muscle sterno-mastoïdien en se divisant au niveau de son bord postérieur en deux branches; la supérieure se porte transversalement en dedans sous la ligne demi-circulaire supérieure, recouverte par le muscle splénius, jusqu'au voisinage de la protubérance occipitale externe où elle se coude à angle droit pour monter, parallèlement à celle du côté opposé, sur une certaine étendue à côté de la ligne médiane; au niveau de son coude, cette branche de l'occipitale donne un rameau anastomotique transversal qui la relie avec la partie correspondante de la même branche du côté opposé. La branche inférieure de la branche occipitale se recourbe aussitôt après sa naissance en bas sous les muscles rhom-

boïdes de la tête et du cou, pour s'anastomoser dans les muscles cervicaux postérieurs avec la cervicale profonde. J'ai constaté une fois seulement que la petite méningée postérieure naissait de l'occipitale au niveau du bord antérieur du muscle sterno-mastoïdien, pour pénétrer dans le crâne à travers le trou mastoïdien.

6° *Artère auriculaire postérieure*, naît sur la carotide externe, immédiatement au-dessus de l'occipitale, quelquefois avec cette dernière. Elle se porte en haut et en arrière dans le sillon rétro-auriculaire comme l'occipitale; mais elle est située dans un plan plus superficiel que celle-ci. Elle se divise sur la face externe du muscle sterno-mastoïdien en deux branches terminales. Dans son court trajet, elle donne des branches parotidiennes, un rameau au sterno-mastoïdien et au peaucier. Ses branches terminales sont l'une postérieure et l'autre antérieure. La branche postérieure se porte d'abord sur la partie antérieure de la ligne demi-circulaire supérieure, puis elle s'en écarte en se portant légèrement en haut pour se ramifier sur la partie postérieure de la tête. Ses ramifications en suivant la direction antéro-postérieure atteignent la région frontale. La branche antérieure de l'auriculaire postérieure monte dans le sillon rétro-auriculaire en donnant des rameaux à la partie moyenne et supérieure de la face postérieure de la conque, pour passer, suivant la direction des fibres du muscle auriculaire supérieur, sur le sommet de la tête où elle se ramifie. Ses ramifications, en se portant d'arrière en avant, occupent toute la partie supérieure et antérieure de la voûte cranienne. Les ramifications de cette branche remplacent celle de la temporale superficielle qui est relativement très petite; elle donne aussi des branches profondes qui rampent sur la surface du pariétal.

Après avoir fourni ces branches la carotide externe se recourbe en avant pour atteindre le bord postérieur de la mâchoire inférieure; dans ce trajet elle donne :

7° La *temporale superficielle*, qui naît immédiatement derrière le col de la mâchoire inférieure; elle monte directement en haut entre le condyle et le conduit auditif externe, pour se ramifier sur la face externe de l'aponévrose temporale, entre l'oreille et le bord externe de l'orbite. Plusieurs de ses ramifications perforent l'aponévrose pour se porter aux parties sous-jacentes. La temporale superficielle donne l'auriculaire antérieure, qui se ramifie sur la face antérieure de l'oreille externe.

8° *Artère transversale de la face*, se détache du tronc de la temporale superficielle presque à angle droit pour se porter en avant; elle est d'abord appliquée contre la face externe du col de la mâchoire inférieure, immédiatement au-dessous du condyle; elle se rapproche ensuite du bord inférieur de l'arcade zygomatique et se divise, en suivant ce bord, en deux branches qui se ramifient, l'une au-dessous, l'autre au-dessus de l'arcade zygomatique. Chemin faisant, elle envoie un rameau qui pénètre dans le muscle masséter près du condyle.

9° *Maxillaire interne*, beaucoup plus volumineuse que la temporale superficielle; paraît seule constituer la branche terminale de la carotide externe. Elle se porte derrière et en dedans du condyle pour s'appliquer contre la face externe du muscle ptérygoïdien externe et se porter, légèrement flexueuse, dans la fosse zygomatique.

Les collatérales de la maxillaire interne que j'ai été à même de constater sont les suivantes :

a. La *dentaire inférieure*, qui naît sur la face inférieure de la maxillaire interne en dedans et un peu en avant du condyle; elle se porte directement dans le canal dentaire inférieur pour se diriger d'arrière en avant dans le corps de la mâchoire inférieure jusqu'aux incisives : au niveau du trou mentonnier elle donne un petit rameau qui s'anastomose sur le menton avec les branches correspondantes de la maxillaire externe. Avant de pénétrer dans le canal, elle donne un rameau qui chemine entre l'os et le muscle ptérygoïdien interne en s'écartant légèrement de la direction de la dentaire inférieure; il donne de petits rameaux au ptérygoïdien interne et suit la direction du sillon mylo-hyoïdien; il paraît représenter le rameau mylo-hyoïdien.

b. *Artère méningée moyenne*, naît sur la face supérieure de la maxillaire interne, presque au même niveau que la précédente ; elle se porte en haut pour pénétrer dans le crâne à travers le trou petit rond et se divise, dans la cavité cranienne, en deux branches : l'antérieure se porte en avant vers le bord postérieur de la paroi supérieure de l'orbite et constitue probablement le rameau orbitaire; la postérieure se porte en haut et en arrière pour se ramifier sur la face interne de la voûte cranienne. Les branches qu'elle donne sont : α, un rameau qui pénètre avec la deuxième branche du trijumeau dans le trou ovale; β, un rameau au muscle ptérygoïdien

externe; il donne au niveau de la face interne du condyle un petit rameau qui pénètre dans l'articulation temporo-maxillaire.

c. Un *rameau articulaire*, très fin.

d. *Branches au ptérygoïdien interne;* elles peuvent naître sur la méningée moyenne ou la temporale postérieure.

Au niveau de l'apophyse ptérygoïde la maxillaire interne donne :

e. La *temporale profonde postérieure*, qui se dirige verticalement en haut au-devant de l'articulation temporo-maxillaire pour pénétrer dans l'épaisseur du muscle temporal où elle se ramifie. Cette collatérale donne : α, l'artère massétérine, qui se porte dans le masséter à travers l'échancrure sigmoïde; elle se divise en plusieurs branches et envoie 1-2 petits rameaux à l'articulation temporo-maxillaire; β, un rameau qui se porte vers le trou ovale, et, γ, des rameaux au ptérygoïdien externe.

Dans la fosse sphéno-maxillaire la maxillaire interne donne :

f. La *temporale profonde antérieure*, qui se porte verticalement dans la fosse zygomatique vers la couche profonde du muscle temporal.

g. La *branche buccale*, qui descend sur la face postérieure du maxillaire supérieur pour se recourber ensuite en avant et pénétrer dans le muscle buccinateur.

h. La *branche sous-orbitaire* pénètre dans le canal sous-orbitaire avec la deuxième branche du trijumeau.

Je n'ai pas pu constater la disposition des autres branches, vu le mauvais état et les petites dimensions des régions disséquées.

Chez les magots les branches de la carotide externe se présentent ainsi :

La thyroïdienne supérieure naît sur la carotide externe tout près de son origine et constitue une branche plus volumineuse que la thyroïdienne inférieure. Elle se ramifie dans la partie supérieure de la glande thyroïde en s'anastomosant au-devant de la trachée avec le même vaisseau du côté opposé. Elle donne des rameaux à la partie inférieure du pharynx et aux muscles de cette région.

L'artère laryngée des magots est représentée par un petit tronc qui provient, six fois sur huit, isolément de la carotide externe au-dessus de la thyroïdienne supérieure. Une fois seulement elle provenait de la thyroïdienne supérieure et une fois du tronc glosso-maxillaire. Elle se porte entre l'os hyoïde et le cartilage thyroïde, recouverte par le muscle thyro-hyoïdien, dans le larynx. Le tronc glosso-maxillaire se retrouve chez tous les 4 sujets des deux côtés; il naît au-dessus de la laryngée, se porte en haut et en dedans en se divisant en linguale et maxillaire externe. Une fois seulement, la laryngée prenait naissance sur ce tronc.

a. Artère linguale, se porte en avant, le long de l'os hyoïde, recouverte par le muscle hyo-glosse, jusqu'à la face inférieure de la langue où elle continue son trajet, avec le nerf grand hypoglosse, en dehors du muscle génio-glosse; elle se divise, au niveau de la partie postérieure de la glande sublinguale, en artère sublinguale et en ranine. Au niveau de l'os hyoïde la linguale donne de petits rameaux musculaires, il est cependant difficile d'y distinguer un rameau hyoïdien; plus loin, au niveau de la base de la langue, on voit des rameaux se rendre aux muscles génio-hyoïdien et génio-glosse ainsi qu'une artère dorsale de la langue simple ou multiple qui se rend à la base de cet organe.

La sublinguale quitte le nerf grand hypoglosse et parcourt, accompagnée d'une branche du nerf lingual, l'espace compris entre le muscle génio-glosse et la glande sublinguale jusqu'à l'insertion du frein de la langue sur la mâchoire inférieure. Elle donne des rameaux aux parties voisines, au muscle mylo-hyoïdien et à la muqueuse buccale. La sublinguale gauche était sur trois sujets plus forte que la droite. Elle traverse, d'arrière en avant, l'angle antérieur de la mâchoire inférieure pour se ramifier sur la moitié gauche de la lèvre inférieure.

L'artère ranine pénètre dans la langue avec le nerf grand hypoglosse jusqu'à la pointe, en donnant de nombreux rameaux. Le tronc de l'artère, devenu très mince vers la pointe, ainsi que ses branches, ne présente aucune anastomose remarquable.

b. La *maxillaire externe* pénètre entre la mâchoire inférieure et la glande sous-maxillaire, arrive jusqu'au bord antérieur du muscle masséter et se divise en deux branches égales, antérieure et postérieure, qui contournent le bord inférieur de la mâchoire inférieure pour se porter sur la face. Ses branches sont : rameau tonsillaire aux amygdales; rameaux musculaires au ptérygoïdien interne et digastrique; rameaux glandulaires; une forte branche glandulaire qui vient de la maxillaire externe près de son origine, se porte à la glande sous-maxillaire, qui en reçoit d'autres encore.

L'artère sous-mentale, branche considérable, se porte sous le menton en avant, fournit au mylo-hyoïdien et au ventre antérieur du digastrique, et envoie quelques rameaux à la lèvre inférieure.

Le rameau postérieur ou musculaire monte entre le bord du masséter et l'abajoue, fournit au masséter et au buccinateur, ainsi qu'à la partie postérieure de l'abajoue. Le rameau antérieur ou labial se porte en avant de l'abajoue jusqu'à l'orbite; il donne de petits rameaux à l'abajoue et une petite coronaire inférieure; son rameau plus volumineux, qui naît au niveau de la commissure des lèvres, est la coronaire supérieure.

La moitié gauche de la lèvre inférieure étant pourvue des rameaux de la sublinguale gauche, les vaisseaux de la moitié droite se comportaient ainsi sur deux sujets : la sous-mentale droite arrive jusqu'à la lèvre inférieure, atteint son bord libre, se recourbe en dehors, comme la coronaire inférieure, pour contourner l'angle de la fente buccale et se prolonger jusque dans la lèvre supérieure. Sur un sujet les branches de la sous-mentale se portaient latéralement, ainsi que deux rameaux de la maxillaire externe, par le bord inférieur de la mâchoire dans la lèvre inférieure.

La pharyngée naît sur la face interne de la carotide externe à son origine, ou même au niveau de la bifurcation de la carotide primitive, monte sur le côté du pharynx, en avant de la carotide interne, et se ramifie dans la partie supérieure et externe du pharynx jusqu'à la trompe d'Eustache.

Le tronc occipito-auriculaire se détache au-dessous de la moitié de la carotide externe, se porte en haut et en arrière en se croisant avec la carotide interne qui est plus en dedans et atteint la base du crâne au niveau de l'union du temporal avec l'occipital; il se divise ici en occipitale et auriculaire postérieure.

a. Occipitale, se porte entre le digastrique et le sterno-mastoïdien en se logeant ensuite entre les deux lignes demi-circulaires de l'occipital; elle fournit des rameaux aux muscles de cette région et s'anastomose avec la cervicale profonde. On y trouve un rameau qui perfore les os du crâne et se résout derrière le rocher dans la dure-mère comme l'artère méningée.

b. Auriculaire postérieure, plus forte que l'occipitale, parcourt dans un sillon osseux, recouverte par la parotide, derrière le conduit auditif externe, en donnant des rameaux à la parotide, au conduit auditif externe et à la conque de l'oreille.

Branches parotidiennes, au nombre de deux, naissent l'une au-dessus, l'autre au-dessous du tronc occipito-auriculaire.

Temporale, monte au-devant de l'oreille en passant par-dessus l'arcade zygomatique et donne les branches suivantes : α, rameaux massetérins dont l'un est plus gros; β, la transverse de la face, qui longe le bord inférieur de l'arcade zygomatique; γ, des rameaux parotidiens à la partie supérieure de la glande; δ, l'auriculaire antérieure à la portion cartilagineuse du conduit auditif et au bord antérieur de l'oreille; ε, la temporale moyenne qui perfore l'aponévrose temporale au-dessus de l'arcade zygomatique; ζ, la temporale superficielle qui se dirige superficiellement en haut et en avant jusqu'au bord externe de l'orbite.

La maxillaire interne se porte en dedans du col du condyle, entre les deux ptérygoïdiens, puis entre le ptérygoïdien externe et le temporal, dans la fosse ptérygo-maxillaire. L'auteur lui a trouvé les branches suivantes :

a. Des rameaux articulaires à l'articulation temporo-maxillaire.

b. La dentaire inférieure, branche considérable qui se porte dans le canal dentaire inférieur.

c. La méningée moyenne, plus petite que la précédente, naît sur la face opposée à cette dernière et monte vers le trou ovale par lequel elle envoie un rameau dans la cavité du crâne se portant en haut et en arrière dans la dure-mère comme la branche postérieure de la méningée moyenne de l'homme. Le tronc de l'artère se porte sur la base de l'apophyse ptérygoïde, en dedans du ptérygoïdien interne, et se ramifie dans la muqueuse de la partie supérieure du pharynx.

d. Les rameaux musculaires proviennent d'abord de la partie initiale du tronc; ensuite vers la moitié du trajet de la maxillaire interne on voit naître un rameau musculaire volumineux qui se porte dans la fosse temporale; il donne l'artère massetérine, l'artère ptérygoïdienne, la temporale profonde antérieure et se termine comme temporale profonde postérieure

qui est très forte. Dans la fosse ptérygo-maxillaire elle donne une branche au muscle buccinateur. Enfin le maxillaire interne se divise en :

e, alvéolaire supérieure; *f*, ptérygo-palatine; *g*, sphéno-palatine, et *h*, sous-orbitaire.

Je ne connais aucun détail sur l'arrangement des branches de la carotide externe chez les anthropomorphes. D'après M. Deniker [1], la carotide primitive donne la thyroïdienne supérieure et la faciale avec ses branches, sous-maxillaire, occipitale, etc. Elle se termine par les artères maxillaire interne et temporale superficielle. Tout est absolument comme chez l'homme, sauf que la linguale ne naît pas directement de la carotide, mais se détache de la faciale comme cela arrive aussi parfois chez ce dernier.

En comparant la disposition des branches de la carotide externe des singes avec celle de l'homme, nous voyons que la thyroïdienne supérieure chez les magots et les anthropomorphes provient, comme celle de l'homme, de la carotide externe; cependant ce tronc chez les macaques paraît être, dans la plupart des cas, une branche de la maxillaire externe, ce qui ne se rencontre pas chez l'homme où la thyroïdienne supérieure provient de la carotide externe ou de la linguale. Ses variations de volume par rapport à sa congénère du côté opposé et à la thyroïdienne inférieure sont communes aux singes et à l'homme.

La laryngée supérieure chez les macaques provient de la thyroïdienne supérieure ou de la maxillaire externe ; chez les magots, outre ces deux origines, elle peut naître sur la carotide externe. Chez l'homme, cette artère peut bien naître sur la carotide externe en donnant alors la branche sterno-mastoïdienne, mais elle ne paraît jamais prendre naissance sur la maxillaire externe.

L'artère linguale naît toujours sur la maxillaire externe chez les singes; cette disposition se répète souvent chez l'homme. Le tronc, auquel j'ai donné le nom de sublinguale chez les macaques, correspond par son trajet à la sublinguale de l'homme, mais en diffère par son origine; ce tronc ne paraît pas exister chez les magots ou au moins il se rapproche par ses rapports de la sublinguale accessoire qui n'existe pas alors. Celle-ci perfore le menton chez les macaques et les magots et se ramifie dans la lèvre inférieure. On observe quelquefois chez l'homme que la disposition de ce tronc se rapproche de ce qu'on voit chez ces deux espèces de singes. Et, en effet, dans ce cas la sublinguale remplace quelquefois l'ar-

1. Denicker, Thèse de Paris, 1886, p. 195.

tère sous-mentale, ou bien elle fournit un rameau superficiel qui traverse le ventre antérieur du digastrique et se répand sur le menton à la manière des branches analogues de la sous-mentale [1].

En rapprochant cette dernière disposition de celle que j'ai observée sur un sujet, où la sublinguale se divisait en deux rameaux dont l'un se terminait dans la muqueuse, sous la langue, tandis que l'autre traversait l'angle de la mâchoire inférieure, on pourrait se demander si la linguale accessoire ne correspond pas justement à ce rameau superficiel de la linguale chez l'homme qui a pris naissance non sur la sublinguale, mais sur la linguale même.

La portion faciale de la maxillaire externe chez les macaques et les magots se comporte à peu près comme chez l'homme, sauf cette particularité que sa branche terminale est constituée par le rameau qui se porte de la commissure des lèvres à la partie inférieure de l'orbite, ce qui ne s'observe pas chez l'homme, et que la coronaire supérieure est très rapprochée du bord libre de la lèvre supérieure.

La branche sterno-mastoïdienne chez les macaques naît tantôt sur la maxillaire externe, tantôt sur l'occipitale; la même disposition se rencontre chez l'homme.

L'artère occipitale chez les macaques se détache isolément sur la maxillaire externe, comme chez l'homme; elle peut naître aussi comme chez les magots par un tronc commun avec l'auriculaire postérieure. Il est assez fréquent cependant de voir chez l'homme l'artère occipitale naître par un tronc commun avec l'auriculaire postérieure. La distribution des branches de l'occipitale chez les macaques est à peu près identique à celle qu'on observe chez l'homme, sauf le rameau qui se rend à l'oreille et qui fournit toujours, dans l'espèce humaine, l'auriculaire postérieure

L'artère auriculaire postérieure chez les macaques et les magots donne des ramifications sur le crâne qui remplacent celles de la temporale superficielle. Et, en effet, tandis que cette dernière est toujours petite et atteint à peine le niveau du muscle auriculaire supérieur, la première, après avoir en partie remplacé les branches de l'occipitale, donne un bouquet vasculaire très riche qui recouvre toute la partie supérieure de la voûte cranienne.

Cette perversion du volume de l'auriculaire postérieure et de la temporale superficielle s'observe parfois chez l'homme, où l'auricu-

1. Cruveilhier, *Traité d'anatomie descriptive*, 4e édition, t. III, p. 83.

laire postérieure peut remplacer, non seulement les ramifications de la temporale superficielle, mais aussi celle de l'occipitale.

La maxillaire interne avec ses branches, chez les macaques, ne paraît pas s'éloigner par ses rapports du tronc correspondant chez l'homme.

La CAROTIDE INTERNE se porte presque verticalement en haut sans former ce croisement des deux carotides qu'on observe chez l'homme. Elle est située dans cette partie de son trajet en dedans et un peu en arrière de la carotide externe. Arrivée à la base du crâne, elle pénètre dans le canal carotidien pour entrer finalement dans la cavité cranienne, où elle se ramifie.

Sa première branche est l'*artère ophtalmique*, qui se porte dans le trou optique. Elle est située d'abord sous le nerf optique, se rapproche ensuite de son côté externe, passe sur sa face supérieure pour la croiser en se dirigeant vers la paroi interne de l'orbite.

Ses branches que j'ai été à même de constater sont les suivantes :

1° L'*artère centrale de la rétine*, qui naît sur la face inférieure de l'ophtalmique en dehors du nerf optique ; elle suit sur une certaine étendue ce nerf, le long de sa face inférieure, et finit par y pénétrer.

2° L'*artère lacrymale*. Elle naît dans l'orbite, en avant du trou optique ; par son volume elle paraît constituer la branche externe de la bifurcation de l'ophtalmique. Cette branche se porte, légèrement flexueuse, au-dessus du muscle droit externe, le long de la paroi externe de l'orbite, jusqu'à l'angle externe de l'œil où elle donne des rameaux à la glande lacrymale, des rameaux conjonctivaux et des rameaux cutanés. Sur un sujet j'ai trouvé parmi ces derniers de petites branches qui se portaient sur les paupières pour s'y anastomoser avec les artères palpébrales. L'artère lacrymale donne aussi des rameaux musculaires au muscle droit externe, mais je n'ai pu constater la petite méningienne.

3° Les *artères ciliaires longues*, au nombre de deux, naissent sur la face inférieure de l'ophtalmique, une en arrière, une en avant de l'artère lacrymale ; elles suivent la face supéro-externe du nerf optique en se ramifiant avant d'atteindre le globe oculaire ; l'externe se divise en deux branches dont chacune se bifurque, à son tour, en deux rameaux pénétrant dans la sclérotique à côté du nerf optique ; l'interne se bifurque et traverse la sclérotique au-dessus du nerf optique.

4° Une *branche conjonctivale*, qui suit le trajet du muscle oblique

supérieur jusqu'à son insertion sur l'œil. Elle perfore ensuite cette portion du muscle de dehors en dedans et se répand sur la conjonctive.

5° Les *artères ciliaires courtes* multiples, très fines, longent le côté interne du nerf optique pour se jeter dans le globe de l'œil.

En dedans du nerf optique, l'artère ophtalmique semble se bifurquer; la branche postérieure de cette bifurcation est :

6° L'*artère musculaire*; elle se porte légèrement en arrière et en bas, en dehors du muscle droit interne, et se divise en plusieurs rameaux musculaires destinés aux droits interne et inférieur et au petit oblique.

La branche antérieure se porte, d'arrière en avant, le long de la paroi interne de l'orbite et donne :

7° L'*artère ethmoïdale*, qui, après avoir traversé la paroi orbitaire interne, pénètre dans la cavité nasale; j'ai vu des rameaux bien nets de cette branche descendre le long de la cloison nasale. L'autre ramification de cette branche constitue :

8° L'*artère frontale*, qui passe par l'échancrure sus-orbitaire en se divisant sur le front en deux branches montantes. L'artère frontale donne également deux artères palpébrales et l'artère angulaire.

La deuxième branche de la carotide interne est la *communicante de Willis.*

La troisième branche, qui paraît continuer le tronc de la carotide interne, est la *cérébrale moyenne*; elle se porte en dehors et ensuite en arrière dans la scissure de Sylvius, où elle se divise en plusieurs branches.

Enfin la dernière branche, la *cérébrale antérieure*, se porte en avant et en dedans et converge avec celle du côté opposé; après s'être rapprochées, ces deux artères émettent la *communicante antérieure*, qui donne naissance à son tour à une petite branche qui se porte d'arrière en avant pour se jeter dans la cérébrale antérieure droite; immédiatement au-dessus de cette embouchure, les deux cérébrales antérieures se fusionnent en un tronc unique, *artère du corps calleux*. La communicante avec sa branche antérieure sont tellement rapprochées du point de fusion des deux cérébrales antérieures, qu'on croirait à un développement exagéré de la cérébrale antérieure droite. Le tronc unique qui résulte de la fusion de ces deux artères suit la face inférieure du corps calleux, se coude avec lui et longe sa face supérieure jusqu'à son épaississement posté-

rieur, splenium, au-devant duquel il se bifurque. Dans tout son trajet l'artère du corps calleux donne par sa face libre, opposée à celle qui correspond au corps calleux, des branches qui se portent vers les deux hémisphères et se répandent sur leur surface. Les branches terminales de cette artère suivent la face interne de l'hémisphère de chaque côté, dans la fente cérébrale, pour s'enfoncer dans le lobe occipital.

Chez les magots la carotide interne paraît être d'un volume moindre que celui de la carotide externe. Elle pénètre légèrement incurvée et sans donner de collatérales, dans le canal carotidien, se porte en avant à côté du corps du sphénoïde et se recourbe en arrière, derrière le trou optique, pour perforer la dure-mère; elle pénètre ainsi dans le cerveau entre ses lobes antérieurs et moyens, d'une part, et le chiasma des nerfs optiques de l'autre. Immédiatement après avoir perforé la dure-mère, la carotide interne donne l'ophtalmique qui entre dans l'orbite appliquée contre la face externe du nerf optique, se porte ensuite par-dessus ce nerf à son côté interne et supérieur pour se diviser finalement en branches frontale et sus-orbitaire.

Par suite d'une injection mal réussie, l'auteur n'a pu constater la présence de l'artère centrale de la rétine.

Les autres collatérales de l'ophtalmique sont : l'artère lacrymale, qui naît au niveau où l'ophtalmique croise le nerf optique et se divise aussitôt en deux branches; la plus volumineuse, dont les ramifications correspondent à la branche antérieure de la méningée moyenne, pénètre par un trou situé sur la paroi externe de l'orbite, entre l'os frontal et la grande aile du sphénoïde, dans la cavité cranienne, se place sur la saillie qui correspond à la fosse de Sylvius et parcourt un sillon osseux sur l'écaille du temporal et sur le pariétal en haut et en arrière, en se ramifiant sur la dure-mère. Ce trou dans la paroi orbitaire ainsi que le sillon osseux qui loge les ramifications de la branche lacrymale se trouvaient chez les quatre sujets.

Theile a trouvé les mêmes rapports dans les parties osseuses chez le maimon (mac. nemestrimus) et le macaque (mac. cynomolgus ?), de sorte que le rameau additionnel envoyé par l'ophtalmique à la méningée moyenne paraît être constant chez tous les singes.

La plus petite branche de la division de l'artère lacrymale se dirige d'arrière en avant en se ramifiant dans la glande lacrymale, le muscle droit externe et au niveau de l'angle externe de l'œil.

Rameaux musculaires. Aussitôt après la naissance de la lacrymale naît sur l'ophtalmique une branche musculaire destinée aux muscles releveur de la paupière supérieure et droit supérieur. Plus loin on voit apparaître la principale branche musculaire qui se ramifie dans les autres muscles de l'œil et envoie de petits rameaux récurrents aux parties fibreuses.

Les ciliaires, au nombre de trois, proviennent de l'ophtalmique après son entrée dans la cavité orbitaire; on trouve encore quelques ciliaires qui

naissent sur la principale branche musculaire. Ces vaisseaux se portent au-dessus du nerf optique, vers la partie postérieure du globe de l'œil, qu'ils perforent en se divisant en un grand nombre de plus petits rameaux.

L'ethmoïdale naît de l'ophtalmique au niveau de la paroi interne de la cavité orbitaire.

La sus-orbitaire se ramifie dans la région frontale.

La frontale donne les palpébrales et l'angulaire.

La carotide interne donne ensuite la communicante qui est très fine et qui s'abouche, en se portant en arrière, avec la cérébrale postérieure provenant de la division de la basilaire.

La cérébrale moyenne se porte dans la scissure de Sylvius, où elle se ramifie dans les lobes antérieur et moyen. L'artère du corps calleux se porte en avant et en dedans entre les lobes antérieurs pour se confondre en un tronc unique qui n'augmente cependant pas de volume. Ce tronc se porte d'abord en avant, se recourbe ensuite en arrière au niveau du genou du corps calleux, auquel il donne des rameaux ainsi qu'aux lobes antérieurs.

Mes recherches bibliographiques ne m'ont rien fourni sur la disposition de ces vaisseaux chez les anthropomorphes.

Nous voyons que les rapports de l'ophtalmique avec ses branches sont presque les mêmes chez les macaques et les magots. Je n'ai constaté dans aucun cas la branche méningée que Theile a vue chez tous les magots et les macaques.

Ces rapports ne paraissent pas s'éloigner de ceux qu'on observe habituellement chez l'homme.

Artère sous-clavière. — Le tronc brachio-céphalique après sa naissance se porte en haut et légèrement en dehors en donnant successivement les carotides qui s'en détachent à des hauteurs différentes; ensuite il se continue en artère sous-clavière droite, la gauche prenant naissance directement sur la crosse de l'aorte.

L'artère sous-clavière correspond d'abord à la face postérieure de l'articulation sterno-claviculaire, se loge ensuite entre les scalènes, et dans sa dernière portion, qui est très courte, elle est cachée derrière la clavicule.

Ses collatérales sont :

1° La *thyroïdienne inférieure*, qui naît au niveau de l'angle formé par la sous-clavière et la carotide droites; chez quelques sujets elle provenait de la base de la carotide droite. Sur un macaque bonnet chinois ce tronc prenait naissance sur le tronc cervical commun au niveau de l'origine de la mammaire interne; il se portait d'abord en bas et en arrière, sous la sous-clavière, pour se recourber ensuite en haut; il formait ainsi une anse qui embrassait par sa concavité la

sous-clavière. Le volume de la thyroïdienne inférieure paraît être en raison inverse de celui de la thyroïdienne supérieure. Sa direction est d'abord verticale, le long de la face externe de la carotide primitive, qu'elle croise sous un angle aigu en correspondant à sa face postérieure et ensuite interne; elle monte alors verticalement dans le sillon formé par la trachée et la colonne vertébrale, sans décrire aucune courbe, comme cela a lieu chez l'homme. Arrivée à la glande thyroïde, elle se divise en deux branches, l'antérieure, qui pénètre dans l'angle inférieur du lobe du corps thyroïde, et la postérieure, qui gagne la face postérieure du même lobe en donnant un rameau qui longe le côté externe de l'œsophage sur une certaine étendue. La thyroïdienne inférieure gauche naît de la carotide primitive gauche, au niveau ou au-dessus de l'articulation sterno-claviculaire gauche; elle est située dans un plan moins profond que la thyroïdienne droite.

2° *Artère vertébrale.* Elle naît sur la face supérieure de la sous-clavière en se dirigeant en haut sous l'apophyse transverse de la 6e vertèbre cervicale, pour pénétrer dans les trous des apophyses transverses. Arrivée à l'atlas, elle pénètre dans le canal osseux creusé dans ses masses latérales; de ce canal elle passe dans le canal rachidien, où elle converge avec la même artère du côté opposé pour se réunir au niveau de la partie supérieure du bulbe, en un seul tronc qui constitue le tronc basilaire.

Ce tronc se porte jusqu'à la partie antérieure de la protubérance, où il se bifurque.

Les collatérales que donne l'artère vertébrale sont les suivantes : *a*, les *rameaux spinaux*, qui pénètrent dans le canal médullaire; *b*, des *branches musculaires* destinées aux muscles prévertébraux; *c*, l'*artère cérébelleuse inférieure et postérieure*, qui naît sur la vertébrale juste au point de sa fusion avec celle du côté opposé. Elle se porte en dehors et en arrière en se logeant dans le sillon formé par le bulbe et le cervelet, devient ensuite postérieure au bulbe et se divise en deux branches dont l'une est destinée aux parties latérales du cervelet, l'autre gagne la partie postérieure du cet organe qu'elle perfore et s'anastomose au niveau de sa face supérieure avec la cérébelleuse supérieure; cette dernière branche donne des rameaux qui descendent le long de la face postérieure de bulbe; *d*, l'*artère auditive interne*, se porte dans le conduit auditif interne; *e*, les *artères cérébelleuses inférieures et antérieures*, au

nombre de 3-4, se portent vers les parties antérieures et latérales du cervelet; *f*, l'*artère cérébelleuse supérieure*, se détache du tronc basilaire presque au niveau de sa bifurcation; elle se dirige en dehors pour se loger dans le sillon formé par le pédoncule cérébral et la protubérance dont elle contourne le bord latéral, pour arriver à sa face supérieure au niveau du bord antérieur du cervelet; elle suit le bord de ce dernier jusqu'à la ligne médiane pour s'anastomoser avec celle du côté opposé; dans ce trajet elle donne des branches qui longent d'avant en arrière la face supérieure du cervelet; *g*, les *artères cérébrales postérieures* constituent les branches de bifurcation du tronc basilaire; elles décrivent une courbe à concavité postérieure en se portant en dehors, puis en arrière, parallèlement aux artères cérébelleuses supérieures. Elles contournent les pédoncules cérébraux pour pénétrer sous le lobe occipital, où elles se divisent en nombreuses branches plexiformes.

Les artères cérébrales postérieures donnent : 1° un nombre considérable de *rameaux fins*, qui naissent au niveau de leur origine et qui pénètrent dans l'espace cendré perforé; 2° *4 branches*, qui naissent au niveau des pédoncules; elles contournent les pédoncules avec les cérébrales postérieures; 3° les *communicantes de Willis*, qui naissent sur leurs faces antérieures et qui donnent quelques rameaux dans l'espace cendré perforé; 4° enfin des *rameaux* qui se logent avec les cérébelleuses supérieures entre le cervelet et la face inférieure du cerveau.

3° *Tronc commun des artères cervicales*, naît sur la sous-clavière au niveau de la face interne du muscle scalène antérieur; il se porte en dehors derrière la clavicule et parallèlement à cet os en croisant la face antérieure du muscle scalène antérieur. Dans d'autres cas ce tronc se porte d'abord en bas, donne la mammaire interne et se recourbe alors en dehors. Arrivé au niveau de la face interne du muscle omo-trachélien, ce tronc se bifurque en ses deux branches terminales. Il donne naissance aux branches collatérales suivantes :

a. Un *rameau cervico-spinal ascendant*, qui naît sur sa face supérieure, monte le long de la face interne du muscle scalène antérieur en se divisant en deux petits rameaux secondaires dont l'un se porte dans le trou de conjugaison au-dessus de la 6ᵉ vertèbre cervicale en envoyant une artériole qui accompagne l'artère vertébrale, tandis que l'autre se ramifie au niveau de la face antérieure

de la vertèbre correspondante en s'anastomosant avec les rameaux voisins.

b. L'*artère cervicale ascendante* naît en dehors de la précédente; elle monte au-devant du muscle scalène antérieur en se divisant comme le rameau cervico-spinal.

c. La *branche acromiale* prend naissance derrière le muscle sterno-mastoïdien, tandis que la branche thoracique, comme nous le verrons, provient de l'axillaire. Elle se dirige en bas et en dehors entre la clavicule et le muscle sous-clavier pour se placer dans le sillon deltoïdo-pectoral, où elle se divise en deux branches : l'une se porte sous le muscle deltoïde, en suivant le trajet de la clavicule; elle se ramifie au niveau de l'acromion en envoyant des ramifications à la face externe du deltoïde, l'autre branche continue son trajet dans le sillon deltoïdo-pectorale jusque sur le bras, où elle pénètre sous le deltoïde en se dirigeant vers la grande tubérosité de l'humérus, perpendiculairement à la longue portion du biceps; avant de pénétrer dans le deltoïde, cette branche envoie un rameau qui descend jusqu'à l'insertion humérale de ce muscle. Au niveau de la grande tubérosité, elle se contourne en haut, perfore la capsule humérale et se jette dans la tête de cet os; à cet endroit elle émet des rameaux qui s'anastomosent avec la circonflexe postérieure. Au niveau de la clavicule, cette branche donne des ramuscules au muscle sterno-hyoïdien et au sterno-mastoïdien, au grand pectoral et à la peau.

d. Une *branche musculaire* qui monte dans le triangle sus-claviculaire, parallèlement à la cervicale ascendante, pour se terminer très haut dans les muscles prévertébraux; elle fournit des rameaux au muscle sterno-mastoïdien et peaucier; ces rameaux sont souvent prédominants. Elle fournit également aux muscles omo-trachélien et trapèze ainsi que de petites branches à la région acromiale.

e. La *branche terminale supérieure* du tronc commun des artères cervicales se porte en arrière et en haut sous le muscle trapèze en envoyant quelques rameaux au muscle omo-trachélien; ses dernières ramifications sont destinées au muscle trapèze, qu'elles perforent d'avant en arrière pour devenir sous-cutanées; les autres, supérieures, se portent au splénius et à l'angulaire de l'omoplate jusqu'au muscle sus-épineux. Elle envoie aussi quelques ramuscules aux ganglions du creux sus-claviculaire. Cette branche paraît, par son trajet et sa distribution, correspondre à la branche ascendante de la scapulaire postérieure chez l'homme.

f. La *branche terminale inférieure*, la scapulaire supérieure, se porte en bas et en dehors, sous le muscle sus-épineux, vers l'échancrure coracoïdienne; avant d'arriver à cette dernière, au niveau du coude de l'apophyse coracoïde, elle se divise en deux branches secondaires : l'interne se porte directement vers l'échancrure où elle se bifurque; le rameau antérieur de cette bifurcation descend verticalement sur la face antérieure du col de l'omoplate en donnant 3-4 rameaux qui s'en détachent presque sous un angle droit pour pénétrer dans la fosse sous-scapulaire, dans l'épaisseur et sur la face antérieure du muscle sous-scapulaire; le rameau postérieur se porte dans la fosse sus-épineuse en envoyant plusieurs branches au muscle sus-épineux; deux de ces branches sont volumineuses, la supérieure longe de dehors en dedans le bord supérieur de l'omoplate, l'inférieure la base de l'épine. Sa branche secondaire externe envoie d'abord un rameau vers l'acromion et au muscle sus-épineux et s'applique ensuite contre la face postérieure du col de l'omoplate pour se porter, au-devant de la base de l'acromion, dans la fosse sous-épineuse; arrivée dans cette fosse, elle se coude en dedans pour se diriger le long de la base de l'épine, vers le bord postérieur de l'omoplate, où elle s'anastomose avec la scapulaire inférieure.

g. Mammaire interne. Son point de naissance se trouve sur la face inférieure du tronc cervical commun; souvent elle paraît constituer la branche inférieure de sa bifurcation. Elle descend verticalement derrière l'extrémité interne de la clavicule et la 1re côte, le long du sternum jusqu'à la 8e côte, où elle se divise en deux branches.

Ses collatérales sont : *a*, 1-2 rameaux au muscle sterno-hyoïdien; *b*, les branches intercostales, qui se portent dans les espaces intercostaux voisins; leur nombre est de deux dans chaque espace intercostal; l'une d'elles est toujours plus forte que l'autre; elles s'anastomosent avec les intercostales correspondantes; *c*, les branches sous-cutanées qui perforent les espaces intercostaux pour se ramifier sur la paroi thoracique. Les branches terminales : *d*, l'interne, se distribue sur la face supérieure du diaphragme; *e*, l'externe, après avoir fourni une branche à l'apophyse xiphoïde, longe le bord antérieur des fausses côtes pour pénétrer dans la gaine du muscle droit antérieur de l'abdomen dans lequel elle se ramifie et s'anastomose avec l'épigastrique. J'ai vu sur un macaque bonnet

chinois cette branche donner un rameau sous-cutané qui se divisait sur la paroi abdominale.

4° La *branche musculaire* provient de la face supérieure de la sous-clavière, tout près du point de la naissance de la vertébrale. Née en dedans du scalène antérieur, cette artère se porte en dehors derrière ce muscle, suivant une direction transversale. Elle passe derrière le scalène postérieur, au-devant de l'apophyse transverse de la dernière vertèbre cervicale et pénètre dans le muscle grand dentelé parallèlement à ses fibres. Parvenu à la moitié de la longueur de ce muscle, son tronc se coude brusquement en bas en se divisant en deux branches terminales.

Ses branches : *a*, 2-3 petits rameaux aux scalènes; *b*, une branche thoracique descendante qui naît au niveau de l'émergence de l'artère entre les scalènes; elle descend sur la face postérieure du grand dentelé, parallèlement à la thoracique longue, jusqu'à la 8e côte où elle se ramifie. On voit que cette branche thoracique peut être comparée à la branche descendante de la scapulaire inférieure chez l'homme; *c*, un rameau ascendant sur la face postérieure du muscle angulaire de l'omoplate qui gagne l'apophyse transverse de la 2e vertèbre cervicale, au niveau de laquelle il se ramifie dans les muscles prévertébraux; *d*, branche terminale qui se porte vers le bord postérieur de l'omoplate en donnant des rameaux qui atteignent également le même bord de cet os; toutes ces branches s'y divisent en rameaux ascendants et en rameaux descendants s'anastomosant avec les artères de la face antérieure et postérieure de l'omoplate. Cette branche avec ses rameaux pourrait être considérée comme la branche descendante de la scapulaire postérieure chez l'homme; *e*, l'autre branche terminale perfore le grand dentelé et envoie ses ramifications en haut, vers le muscle rhomboïde et le trapèze; quelques-unes arrivent même jusqu'à la peau.

5° Le *tronc des intercostales supérieures et de la cervicale profonde* (?) prend naissance sur la face supérieure de la sous-clavière en avant du tronc commun des artères cervicales. Il se dirige en haut et en dehors, entre les apophyses transverses auxquelles s'attachent les deux premières côtes. Sur la face profonde et postérieure du cou, ce tronc monte le long de la colonne vertébrale, incliné légèrement en dedans, dans la couche profonde des muscles de la nuque, jusqu'à l'occiput.

Ses collatérales : *a*, une branche volumineuse qui provient sur

la face antérieure du cou, descend verticalement au-devant des apophyses transverses de trois vertèbres suivantes, en donnant 2-3 premières intercostales qui envoient à leur tour entre les apophyses transverses des rameaux aux muscles du dos; *b*, de nombreuses branches musculaires à la nuque.

Chez les magots la sous-clavière se porte en dehors entre le scalène antérieur et moyen en donnant cinq collatérales : 1° le tronc costo-cervical constituait la première branche chez deux sujets; il se portait sans exception dans le premier espace intercostal, rapproché de la colonne vertébrale, et donnait immédiatement l'intercostale supérieure aux 1er et 2e espaces intercostaux, pénétrait ensuite, comme cervicale profonde, entre les deux premières côtes, et montait dans la région de la nuque, sur les muscles semi-spinal et multifide, jusqu'à l'occiput où il se terminait dans les muscles oblique et droit postérieurs.

2° L'artère vertébrale constitue, d'après Theile, la première collatérale de la sous-clavière chez deux sujets; elle pénètre au niveau de la 6e vertèbre cervicale dans le canal des apophyses transverses, donne sur le cou de petites branches aux muscles s'attachant aux apophyses transverses, perfore la dure-mère et se réunit en artère basilaire avec celle du côté opposé à 4-6 lignes du bord de la protubérance sous laquelle elle se porte en avant. Après avoir perforé la dure-mère, la vertébrale donne les artères spinales dont les antérieures sont plus fortes et descendent dans une certaine étendue sur la moelle en s'anastomosant avec les autres branches. Elle donne ensuite l'artère cérébelleuse inférieure et postérieure. Les artères de la moelle se comportent ainsi : la face antérieure de la moelle reçoit dans la partie cervicale quatre branches du côté gauche et une cinquième du côté droit, dans la région dorsale deux branches à gauche et la troisième à droite; dans la région lombaire enfin on voit s'ajouter encore deux branches. Toutes ces branches forment un tronc impair, médian, qui communique en haut avec les spinales antérieures. Sur la face postérieure de la moelle on ne voit aucun vaisseau longitudinal, mais un plexus artériel à grosses mailles ne recevant qu'en un point une seule branche artérielle.

Du tronc basilaire provient ensuite la cérébelleuse inférieure antérieure; ensuite on en voit sortir de nombreuses petites branches allant à la protubérance et plus loin l'artère cérébelleuse supérieure. Bientôt après le tronc basilaire se divise en cérébrales postérieures qui reçoivent de petits rameaux communicants de la carotide interne, de sorte qu'il se forme, d'une manière analogue à ce qu'on voit chez l'homme, un cercle de Willis.

3° La mammaire interne se porte derrière l'extrémité sternale de la clavicule, descend ensuite parallèlement au bord du sternum en en étant éloignée de quelques lignes, jusqu'au cartilage de la dernière vraie côte, où elle se divise en rameaux musculo-phrénique et épigastrique. Dans sa partie initiale la mammaire donne une forte branche qui se porte en dehors entre la clavicule et la 1re côte et se ramifie dans la partie initiale du sterno-mas-

toïdien et du grand pectoral en se terminant même comme la branche acromiale et donnant un rameau à l'œsophage et la trachée. Plus loin la mammaire envoie dans chaque espace intercostal une artère sternale et une intercostale antérieure. Le rameau musculo-phrénique a le même trajet que chez l'homme. Le rameau épigastrique descend derrière le muscle droit de l'abdomen, donne des ramifications à la région épigastrique et s'anastomose dans la région ombilicale avec l'épigastrique par des rameaux fins, mais visibles à l'œil nu.

4° La scapulaire supérieure. Cette forte branche se porte au-devant du scalène antérieur vers le bord supérieur de l'omoplate. Elle donne d'abord la petite cervicale ascendante qui monte au-devant du muscle grand droit antérieur de la tête et du long du cou. Plus loin elle donne une branche qui traverse l'espace compris entre la clavicule et la première côte pour arriver au grand pectoral. Une autre branche qui correspond à la cervicale superficielle se porte au bord antérieur du trapèze et à l'angulaire. Au niveau du bord supérieur de l'omoplate, cette artère se divise en nombreuses branches dont plusieurs se ramifient dans le muscle sous-scapulaire, les autres pénètrent avec les nerfs dans la fosse sus-épineuse. Une de ces dernières branches quittait dans un cas la fosse sus-épineuse en sortant par l'échancrure coracoïdienne pour s'épanouir dans le muscle sous-scapulaire.

5° La scapulaire postérieure se dirige en dehors, derrière le scalène antérieur, au-dessus de la première côte, en se portant sur le muscle grand dentelé parallèlement à ses fibres; après avoir atteint l'angle supérieur de l'omoplate, elle descend sur son bord spinal comme la scapulaire postérieure. Cette artère est destinée essentiellement au grand dentelé. Elle donne au niveau de la première côte une branche ascendante et une autre descendante. La première, plus volumineuse, monte le long de l'insertion cervicale du grand dentelé; cette branche se trouve placée sur la partie latérale du cou entre la cervicale profonde qui est en arrière et la cervicale ascendante qui est en avant. La branche descendante, qui n'est pas toujours si volumineuse, descend sur l'insertion costale du grand dentelé. Plus loin le tronc de la scapulaire postérieure donne de nombreuses branches musculaires. La partie terminale fournit aux muscles qui s'insèrent sur le bord spinal de l'omoplate.

Les rapports de la sous-clavière chez les anthropomorphes seraient les mêmes que chez l'homme. Chez le chimpanzé, d'après Vrolik (*loc. cit.*), la thyroïdienne inférieure, la cervicale ascendante et la cervicale superficielle naissent par un tronc commun.

Nous voyons que les rapports de l'artère sous-clavière chez les macaques et les magots sont, à peu de chose près, les mêmes que chez l'homme. On ne peut pas en dire autant de la disposition de ses collatérales qui présentent quelques particularités dignes d'être notées. Ainsi sa première branche, la thyroïdienne inférieure, est très rapprochée de la carotide droite dont elle prend souvent son origine.

comme cela paraît être la règle chez les magots. Peut-être naît-elle régulièrement chez les macaques aussi sur la carotide; cela est d'autant plus probable que chez les deux sujets dont j'ai disséqué la sous-clavière et la carotide primitive gauches, la thyroïdienne inférieure gauche provenait de la carotide primitive. D'autres fois, comme nous l'avons dit, elle naît par un tronc commun avec la mammaire interne. Ces deux modes d'origine de la thyroïdienne inférieure se répètent aussi chez l'homme [1].

J'ai constaté chez tous les macaques que j'ai disséqués que certaines branches de la sous-clavière naissaient constamment d'un tronc commun au niveau du scalène antérieur; ce tronc comprend les branches suivantes : le rameau cervico-spinal, la cervicale ascendante, la branche acromiale, les scapulaires supérieure et postérieure et la mammaire interne. Chez les magots, d'après Theile, toutes ces branches naissent isolément et paraissent se rapprocher de la disposition qu'on observe habituellement chez l'homme. Chez ce dernier on rencontre aussi une pareille réunion de branches de la sous-clavière en un seul tronc. Ainsi la thyroïdienne inférieure avec ses branches, le rameau cervico-spinal et la cervicale ascendante, naissent si souvent par un tronc commun avec la scapulaire supérieure et la branche cervicale superficielle, que les anatomistes allemands regardent cette diposition comme normale et lui donnent le nom de tronc thyro-cervical. Il arrive aussi quelquefois que de ce tronc thyro-cervical prennent naissance la scapulaire postérieure et la mammaire interne [2]. Le rameau acromial ne paraît jamais être fourni chez l'homme par la sous-clavière. Les ramifications des artères scapulaires supérieure et postérieure présentent aussi certaines différences comparativement aux mêmes branches chez l'homme. Enfin la présence de la branche musculaire est toute particulière. Elle existait chez tous les sujets que j'ai disséqués. Ses rapports dans sa partie initiale la rapprochent de la cervicale profonde, tandis que sa branche terminale paraît remplacer la branche descendante de la scapulaire postérieure chez l'homme.

L'ARTÈRE AXILLAIRE continue le trajet de la sous-clavière et a les mêmes rapports que chez l'homme; elle s'étend de la clavicule au bord inférieur de la paroi antérieure du creux de l'aisselle.

Ses collatérales :

1. Cruveilhier, *loc. cit.*, p. 115.
2. Henle, *Handbuch der system. Anatom. des Men.* Bd. III, Absch. I, p. 250.

1° La *thoracique longue* naît sur la face antérieure de l'axillaire au creux de l'aisselle; elle se dirige en bas et en avant entre le bord externe du grand pectoral et le grand dentelé sur la paroi latérale du thorax, et se prolonge, en cheminant sous la peau, sur la partie antéro-externe de la paroi abdominale où elle se termine entre le rebord des côtes et la crête iliaque. Cette branche donne : *a*, au creux de l'aisselle, plusieurs rameaux aux ganglions; *b*, la branche acromio-thoracique, qui naît sur la thoracique longue immédiatement après sa naissance; après un court trajet elle se divise en deux rameaux : α, rameau acromial qui se porte en dehors vers l'apophyse coracoïde où il se ramifie; quelques-unes de ses divisions atteignent l'acromion, tandis que les autres pénètrent sous la portion initiale du coraco-brachial et s'épuisent sur le tendon du biceps et sur le bord de la cavité glénoïde en s'enfonçant dans l'articulation scapulo-humérale; β, rameau thoracique, qui se divise en 3-4 rameaux secondaires qui pénètrent dans le petit pectoral. La thoracique longue donne ensuite *c*, quelques petites branches au petit pectoral, dont l'une est relativement assez volumineuse et perfore ce muscle pour se jeter dans le grand pectoral; *d*, branches au grand pectoral et au grand dorsal.

2° La *branche du muscle sous-scapulaire* provient de la face postérieure de l'axillaire au-dessous de la thoracique longue; elle se dirige en haut et en dehors, sous le muscle coraco-brachial, pour s'enfoncer dans le muscle sous-scapulaire parallèlement à ses fibres; elle s'épuise vers la moitié de l'omoplate.

3° Le *tronc commun des circonflexes et de la scapulaire inférieure* prend naissance sur la face postérieure de l'axillaire au niveau du bord inférieur du muscle sous-scapulaire; il se porte presque horizontalement en dehors en se divisant en ses branches :

a. La *scapulaire inférieure*, qui semble par son volume continuer le tronc commun des circonflexes; elle se porte en dedans de la longue portion du triceps, entre le grand rond et le sous-scapulaire dont elle suit le bord inférieur; elle émerge sur la face postérieure du bord axillaire de l'omoplate. Ses branches : α, branche du grand dorsal, se porte verticalement au-devant de la face antérieure du sous-scapulaire et du grand rond, se place ensuite dans le sillon entre ce muscle, auquel elle donne quelques rameaux, et le grand dorsal, et se divise en deux rameaux terminaux qui pénètrent entre les fibres du grand dorsal; cette branche donne des rameaux au

muscle long anconé; β, une branche qui traverse le trou quadrilatère avec la circonflexe postérieure, étant placée derrière le tronc de cette dernière; au niveau du bord postérieur du deltoïde elle devient sous-cutanée et descend le long de la face externe du vaste externe, parallèlement à la branche sous-cutanée de l'humérale profonde, jusqu'au 1/3 supérieur de l'avant-bras; elle fournit des rameaux au deltoïde, au sous-épineux et à l'articulation par sa face inférieure; γ, une branche à la longue portion du triceps; δ, des rameaux au grand et au petit ronds, ainsi qu'au grand dorsal; une des artérioles de ce dernier muscle était volumineuse, elle suivait son bord supérieur jusque derrière le bord postérieur de l'omoplate en envoyant des ramifications le long du bord axillaire de cet os et en s'anastomosant avec les branches scapulaires de la scapulaire inférieure; ε, les branches terminales résultent de la bifurcation de la scapulaire inférieure au niveau de la 1/2 du bord axillaire de l'omoplate; la branche inférieure suit ce bord en s'y ramifiant et s'anastomosant avec les branches voisines; la supérieure se porte dans la fosse sous-épineuse vers la base de l'épine et s'épuise dans le muscle sous-épineux; elle donne des rameaux superficiels à ce muscle.

b. La *circonflexe postérieure* naît immédiatement au-dessous de la précédente; elle se porte en dehors, traverse le trou quadrilatère et contourne le col chirurgical de l'humérus. Elle donne des branches : α, un rameau à la partie initiale du vaste interne; β, un autre rameau qui chemine entre les vastes interne et externe et se jette dans ce dernier. La branche terminale de la circonflexe postérieure se divise en nombreux rameaux entre le col de l'humérus et le deltoïde auquel elle donne de nombreuses ramifications, et s'anastomose avec la circonflexe antérieure et la branche acromiale de la sous-clavière.

c. La *circonflexe antérieure* se porte vers le col chirurgical de l'humérus derrière les tendons du grand dorsal et du grand rond; à ce niveau elle abandonne un rameau volumineux qui se porte dans la courte portion du biceps; ce rameau peut provenir de l'humérale profonde ou, lorsqu'elle manque, de la partie inférieure de l'axillaire. Le tronc de cette circonflexe se divise bientôt en quatre branches grêles qui se ramifient en éventail au niveau du col de l'humérus. Une de ces branches envoie un rameau qui monte dans la gouttière du biceps jusqu'à la grande tubérosité, où elle s'anasto-

mose avec les rameaux de la branche acromiale de la sous-clavière; on voit une autre branche qui se porte vers la petite tubérosité pour pénétrer dans l'os.

Chez les magots l'axillaire donne les collatérales suivantes : 1° la thoracique commune, qui est destinée aux muscles du thorax; 2° la branche au muscle sous-scapulaire; elle est inconstante; 3° la scapulaire inférieure qui forme ordinairement avec la circonflexe postérieure un petit tronc commun. Elle se divise en rameaux : circonflexe et descendant. Le premier descend entre le grand rond et le long anconé, sur le bord de l'omoplate, en envoyant des rameaux à ces muscles ainsi qu'aux muscles de la fosse sous-épineuse. Le rameau descendant se ramifie dans les muscles sous-scapulaire, grand rond, grand dorsal et anconé et s'anastomose avec les rameaux dorsaux de l'omoplate; 4° la circonflexe postérieure naît, chez un seul sujet, de deux côtés, isolément sur l'axillaire, à côté de la scapulaire inférieure. Chez les trois autres elle prend naissance par un court tronc commun avec la scapulaire inférieure; son trajet est le même que chez l'homme; elle donne des ramifications au deltoïde et aux anconés; 5° la circonflexe antérieure naît sous la postérieure; elle a même trajet que chez chez l'homme. Sur un sujet elle était très développée de deux côtés et descendait comme une branche musculaire sur le bras donnant des rameaux au biceps et au coraco-brachial.

Chez les anthropomorphes l'axillaire avec ses branches se comporte comme chez l'homme. La circonflexe antérieure est seulement située loin de la postérieure.

On voit d'après cette description que l'artère axillaire des macaques ne s'éloigne pas par ses rapports de celle de l'homme. La disposition de ses collatérales est la même que chez ce dernier. La branche acromio-thoracique ne m'a jamais paru être indépendante; elle se présentait toujours comme une des ramifications de la thoracique longue. Cette disposition n'est pas rare à rencontrer chez l'homme où la thoracique longue, beaucoup plus volumineuse que l'acromio-thoracique, naît quelquefois par un tronc commun avec cette dernière.

La branche du muscle sous-scapulaire, qui n'est pas constante chez les magots, existe parfois chez l'homme. La provenance de la scapulaire inférieure d'un tronc commun avec les circonflexes est aussi fréquente chez ce dernier.

L'ARTÈRE HUMÉRALE est très courte; elle s'étend du bord inférieur du grand pectoral à l'union du 1/3 supérieur avec les 2/3 inférieurs de l'humérus, où elle se divise en deux branches terminales, en artère radiale et en artère cubitale. Cependant cette bifurcation de l'artère humérale peut avoir lieu à des hauteurs variables; c'est

ainsi que j'ai pu constater cette division vers la 1/2 du bras sur deux macaques communs; sur deux autres macaques bonnets chinois, elle avait lieu au niveau même ou au-dessous du 1/4 inférieur de l'humérus.

Dans ce court trajet l'artère humérale est accompagnée par le nerf médian qui longe sa face antéro-externe et par le nerf radial situé à son côté postéro-externe; plus en arrière se trouve le nerf cubital; en dedans elle n'est recouverte que par le faisceau d'insertion du muscle peaucier du corps et par le tissu cellulaire sous-cutané. Ces rapports sont à peu près les mêmes que chez l'homme et probablement chez les anthropomorphes, d'après un examen que j'ai pu faire sur un gorille gina.

Quant à la longueur du tronc de l'humérale chez les singes on voit qu'elle diffère de celle des anthropomorphes et de l'homme. En effet chez les macaques elle se divise très haut, comme nous le voyons; chez les magots elle n'existait pas du tout sur deux sujets, l'artère axillaire se divisant au second tiers du bras en radiale et cubitale; sur deux autres sujets la division avait lieu à la 1/2 du bras, l'humérale s'étend alors ici du bord inférieur de l'aisselle jusqu'à la 1/2 de l'humérus. Chez le gorille et le gibbon d'après les auteurs et d'après mes propres observations sur le gorille gina, la division de l'humérale a lieu au niveau du pli du coude, comme chez l'homme. Il n'est pas rare cependant de trouver chez l'homme le raccourcissement de l'humérale; cette anomalie est connue sous le nom de division prématurée de l'humérale et d'après Hyrtl elle serait normale dans les premiers temps de la vie fœtale [1]. Souvent même l'humérale n'existe point, la radiale et la cubitale étant les branches de bifurcation de l'axillaire au-dessus ou au-dessous des circonflexes, comme chez les deux magots décrits par Theile.

Les collatérales de l'humérale sont : 1° l'*humérale profonde*; elle naît sur la face postérieure de l'humérale au niveau de la face antérieure du grand rond ou bien au niveau du tendon du grand dorsal; elle se porte en bas et en dehors entre les faisceaux du triceps en suivant le trajet du nerf radial avec lequel elle contourne l'humérus pour perforer, au niveau du 1/3 inférieur de cet os, l'interstice qui sépare le triceps du long supinateur et se divise en plusieurs rameaux sur la face externe de ce muscle jusqu'à la 1/2 de l'avant-bras. Dans cette partie de son trajet elle est sous-cutanée.

1. *Oesterr. medic. Jahrb.*, 1839, XIX, 191.

Ses collatérales : *a*, une branche qui paraît correspondre à la collatérale radiale supérieure naît au niveau du tendon du grand dorsal; elle pénètre sous le coraco-brachial et la longue portion du biceps en donnant des rameaux au biceps et au brachial antérieur; elle naît quelquefois isolément sur l'humérale au-dessous de la naissance de l'humérale profonde ; *b*, une autre branche, branche superficielle du vaste interne, qui se porte en bas en se bifurquant; son rameau antérieur est destiné au vaste interne : quelques-unes de ses ramifications descendent jusqu'à l'olécrane en envoyant des rameaux dans l'articulation du coude. Son rameau postérieur, souvent double, accompagne le nerf cubital jusqu'à la partie supérieure de la face postérieure de l'avant-bras, où il s'anastomose avec la récurrente cubitale. Cette branche peut naître sur l'humérale avec une branche du triceps qui suit d'abord le trajet du nerf radial pour se jeter dans le triceps.

2° La *branche du triceps* naît au-dessus de la bifurcation de l'humérale; elle se divise en deux rameaux se portant en bas; l'antérieur se ramifie dans la longue portion du triceps, le postérieur dans le long anconé. Cette branche n'est très souvent qu'une des branches de l'humérale profonde.

3° *Rameaux au biceps.* Souvent volumineux, ils proviennent de l'humérale profonde. Chez un macaque bonnet chinois, l'humérale profonde n'existait pas, toutes ces branches ayant pris naissance isolément sur l'humérale, sauf la 1re qui provenait de la circonflexe postérieure.

Chez les magots l'humérale donne quelques branches musculaires au biceps et au brachial antérieur ainsi que l'humérale profonde. Celle-ci forme, chez un sujet des deux côtés, chez un autre à gauche, un tronc commun avec la scapulaire inférieure et la circonflexe postérieure. La scapulaire inférieure se sépare la première du tronc commun qui se divise ensuite en circonflexe postérieure et l'humérale profonde. Dans le cas où la radiale et la cubitale provenaient directement de l'axillaire, l'humérale profonde prenait naissance sur la partie initiale de la cubitale. La cubitale prolongeait ainsi le tronc de l'axillaire, tandis que la radiale ne constituait qu'une branche qui se séparait sur un point plus élevé. L'humérale profonde parcourt d'ailleurs comme chez l'homme en accompagnant le nerf radial. Elle donne des rameaux aux anconés et se termine comme la collatérale radiale.

Je ne sais pas quel est l'arrangement des collatérales de l'humérale chez les anthropomorphes.

Nous voyons ainsi que l'humérale profonde chez les magots et les macaques se comporte comme chez l'homme; ses variations de volume et de la distribution de ses branches se retrouvent également chez ce dernier. La disposition, qui m'a paru être la plus fréquente chez les macaques, où la collatérale radiale supérieure et la branche superficielle du vaste interne proviennent de l'humérale profonde, se rencontre fréquemment chez l'homme. La diminution du volume de l'humérale profonde est commune à l'homme et aux macaques; ce tronc est réduit alors à une petite branche qui se termine dans les muscles, tandis que toutes ses collatérales naissent isolément sur l'humérale.

L'artère radiale constitue la branche antérieure et externe de la bifurcation de l'humérale. Elle est d'un volume supérieur de celui de la cubitale et paraît continuer le tronc de l'humérale. La bifurcation de l'humérale ayant lieu, comme nous l'avons dit, à des hauteurs différentes de l'humérus, la radiale présente deux portions, une brachiale et une antibrachiale. Au bras les rapports de la radiale sont ceux de l'humérale dont elle prend place; elle longe le bord interne du biceps, étant croisée par le nerf médian qui lui était d'abord externe et antérieur, au pli du coude il lui est devenu interne et postérieur. Au pli du coude elle s'engage sous l'expansion aponévrotique du biceps. La portion antibrachiale de l'artère radiale, après avoir quitté l'expansion aponévrotique du biceps, se porte vers l'apophyse styloïde du radius qu'elle contourne pour se porter sur la face dorsale du poignet, où elle forme une arcade transverse qui s'anastomose avec une branche de la cubitale. Dans ce trajet elle chemine entre le long supinateur et le grand palmaire recouverte par du tissu cellulaire sous-cutané, qui devient très abondant vers la partie inférieure de l'avant-bras.

La portion brachiale de la radiale donne les collatérales suivantes : 1° 2-3 *rameaux* au biceps; ces rameaux varient non seulement d'un sujet à l'autre, mais ils sont variables sur chaque bras d'un même sujet; 2° quelques *rameaux* au brachial antérieur et au biceps; 3° une collatérale plus volumineuse qui peut être regardée comme la *collatérale interne supérieure*; elle naît sur la face externe du 1/3 inférieur de la portion brachiale de la radiale, se porte en bas et en avant sur l'expansion aponévrotique du biceps où elle se divise en deux branches. Ses ramifications descendent sous la peau jusqu'au-dessous de la 1/2 de la face antérieure et interne de l'avant-

bras; 4° une autre collatérale, *interne inférieure*, qui naît sur la radiale un peu au-dessous de la précédente, lui est parallèle, pénètre sous l'expansion aponévrotique du biceps pour se ramifier sur la face antérieure de la 1/2 supérieure de l'avant-bras en dehors de la précédente. J'ai trouvé sur un macaque bonnet chinois encore un rameau qui descend dans le sillon du coude avec le nerf cubital, en se ramifiant dans la partie initiale des muscles épitrochléens et s'anastomosant avec la récurrente cubitale postérieure.

Les collatérales de la radiale à l'avant-bras sont : 1° la *récurrente radiale antérieure;* elle naît sur la radiale immédiatement au-dessous de l'expansion aponévrotique du biceps, se porte en haut et en dehors en décrivant une courbe à concavité supérieure, longe la face interne du long supinateur pour pénétrer ensuite entre ce muscle et le brachial antérieur, où elle se divise en rameaux terminaux qui s'anastomosent avec l'humérale profonde. On voit naître de la partie convexe de cette collatérale deux branches dont l'externe s'enfonce dans le long supinateur, l'interne se rend au rond pronateur, court supinateur, et aux radiaux; 2° un *rameau* qui naît au-dessous du premier se porte sur la face antérieure du long supinateur dans lequel il s'épuise; il envoie souvent une branche qui descend sous le muscle long supinateur en accompagnant la branche antérieure du nerf radial; ce rameau peut naître sur la récurrente radiale antérieure; 3° chemin faisant la radiale abandonne *2-3 rameaux* aux muscles superficiels de l'avant-bras. Arrivée au niveau de l'union du 1/3 inférieur de l'avant-bras avec ses 2/3 supérieurs, la radiale se divise en deux branches d'inégal volume : l'externe, plus petite, représente l'artère radiale; l'interne, qui, par son volume plus considérable, paraît continuer le tronc, constitue la 4e branche collatérale de la radiale, le *tronc radio-palmaire*. Cette manière de voir est confirmée par une disposition que j'ai observée sur un autre sujet : la radiale se divisait comme dans le cas précédent en branche interne plus volumineuse et externe beaucoup plus grêle; la branche interne arrivée au niveau de l'apohyse styloïde du radius donnait le tronc radio-palmaire, qui se comportait comme d'habitude, tandis que son tronc contournait l'apophyse styloïde pour se porter sur le dos du poignet; 2-3 millimètres après la naissance du tronc radio-palmaire, cette branche interne recevait en plein canal la branche externe plus grêle, qui pouvait être considérée comme une branche aberrante. Cette disposition a été

observée chez l'homme, où la radiale se divise un peu au-dessous de la 1/2 de l'avant-bras en deux branches qui se réunissent en un tronc après un trajet de 3,5 centimètres [1].

La division de la radiale en radiale et en tronc radio-palmaire peut avoir lieu au niveau de la 1/2 de l'avant-bras, comme je l'ai vu sur un macaque commun et sur un bonnet chinois, ou bien au niveau du 1/4 inférieur de l'avant-bras, circonstance observée sur un autre macaque bonnet chinois.

Quoi qu'il en soit, le tronc radio-palmaire descend d'abord parallèlement à la radiale, situé entre cette artère et le muscle long palmaire, arrivé au niveau du poignet il traverse le muscle court abducteur du pouce, de façon qu'il est recouvert par quelques-unes de ses fibres, puis il s'incurve en dedans pour constituer la quatrième interosseuse; mais, à ce même niveau, il est complété tantôt par un rameau grêle qui lui vient de la cubitale, tantôt par la branche terminale de la cubitale. Il se forme ainsi un cercle vasculaire fermé qui constitue l'arcade palmaire superficielle située au-devant des fléchisseurs. Nous voyons, par conséquent, que l'arcade palmaire superficielle est constituée par la radiale et non par la cubitale comme chez l'homme. Les branches que fournit cette arcade sont les suivantes :

1° *Un ou deux petits rameaux* au court fléchisseur du pouce.

2° La *1re digitale* commune se porte dans le premier espace interosseux en se bifurquant un peu au-dessus de l'articulation métacarpo-phalangienne du pouce; la branche externe de la bifurcation constitue la *collatérale interne* du pouce, qui longe d'arrière en avant le coté interne du tendon du long fléchisseur du pouce pour s'anastomoser au niveau de la phalange unguéale de ce doigt avec sa collatérale externe. Cette collatérale envoie un rameau qui se porte sous le tendon du long fléchisseur et sous le court fléchisseur du pouce, pour sortir au niveau du côté externe du 1er métacarpien où il se fléchit en haut pour s'anastomoser avec la collatérale externe dorsale du pouce, branche de la radiale. Au niveau de la partie moyenne de la première phalange du pouce la même collatérale donne un second rameau, la *collatérale externe* du pouce, qui se porte transversalement en dehors, sous le tendon du long fléchisseur du pouce, pour émerger à sa face externe; il se recourbe

1. Gruber, *Arch. f. Anatom. und Physiol.*, 1864, p. 439.

ensuite en avant pour se porter vers la phalange unguéale du pouce, où il s'anastomose avec la collatérale interne. La branche interne de la bifurcation de la 1re digitale commune se porte verticalement en bas sous le bord externe du 1er lombrical pour former la collatérale externe de l'index.

J'ai observé sur un autre macaque commun que la collatérale externe de l'index donnait, immédiatement après sa naissance, un rameau qui descendait sur la face antérieure de l'adducteur du pouce vers son bord libre, pour s'y anastomoser avec un rameau dorsal fourni par la collatérale dorsale du pouce; disposition tout à fait analogue à celle qu'on rencontre sur le pied.

3° La *2e digitale* naît de l'arcade au niveau du 2e lombrical dont elle longe la face antérieure; arrivée au niveau des articulations métatarso-phalangiennes, elle se bifurque. Sa première branche de bifurcation longe le côté interne de l'index jusqu'à la dernière phalange en formant ainsi sa *collatérale interne*. Vers le milieu de la 1re phalange cette collatérale donne une petite branche qui se porte sur la face interne et dorsale de l'index pour y donner un rameau ascendant et un autre descendant. Un peu au-dessus de la tête de la 1re phalange, elle donne un second rameau qui se porte transversalement en dehors, entre les tendons des fléchisseurs et la face antérieure de la 1re phalange, pour se ramifier sur le bord externe de l'index. Au milieu de la seconde phalange, elle donne encore un rameau qui est tout à fait analogue avec celui du milieu de la 1re phalange et qui s'anastomose avec lui. La seconde branche de la bifurcation de la 2e digitale se porte au côté externe du médius en formant la *collatérale externe* de ce doigt qui se comporte comme la collatérale interne de l'index. Elle donne 2 et 3 rameaux qui s'anastomosent sur les faces antérieures des phalanges avec les rameaux correspondants de la collatérale interne du médius et de très petits ramuscules qui se ramifient sur la face externe de ce doigt. Elle peut être quelquefois mince comme la collatérale externe de l'index.

4° La *3e digitale* naît au niveau de la face antérieure du 3e lombrical; elle donne la *collatérale interne du médius* qui se comporte comme la collatérale interne de l'index, en donnant presque les mêmes branches, et la *collatérale externe du 4e doigt* qui présente aussi les mêmes rapports que la collatérale interne de l'index.

5° La *4e digitale* naît au niveau de la face antérieure du 4e lom-

brical ; c'est elle qui constitue la branche terminale de l'arcade palmaire. Elle donne la *collatérale interne du 4e doigt* qui se comporte comme la collatérale externe de l'index, et la *collatérale externe du petit doigt* se comporte comme la collatérale interne de l'index. La collatérale externe du petit doigt peut cependant être formée, comme j'ai pu l'observer, par la partie terminale de la cubitale, renforcée seulement par un petit rameau provenant de l'arcade palmaire.

La courbe formée par l'arcade palmaire est quelquefois si peu prononcée qu'on ne voit qu'un tronc oblique qui se dirige du sommet du 1er espace interosseux vers le 5e doigt. J'ai remarqué également sur le sujet, dont le tronc radio-palmaire était court comme chez l'homme, que toutes les branches fournies par l'arcade palmaire étaient relativement très minces, tandis que les rameaux dorsaux de la radiale frappaient par la grandeur de leur volume.

Un peu au-dessus de l'apophyse styloïde du radius la radiale donne : 6° un rameau qui se porte en dehors sur la face externe du radius pour se ramifier au niveau de l'insertion inférieure du grand supinateur; il envoie quelques ramuscules se portant en haut. Sur un macaque bonnet chinois ce rameau prenait naissance 1 1/2 à 2 centimètres au-dessus de l'apophyse styloïde du radius; il était relativement très volumineux et descendait jusqu'au sommet du 1er espace interosseux, où il donnait la collatérale dorsale externe de l'index, la collatérale interne du pouce, une branche qui se portait sur la face postérieure de l'adducteur du pouce jusqu'à son bord libre, pour s'anastomoser avec un rameau symétrique de la 1re interosseuse palmaire, ainsi qu'un rameau au muscle adducteur du pouce; toutes ces branches sont fournies dans d'autres cas par la portion carpienne de la radiale.

7° Un petit rameau grêle, la transverse antérieure du carpe, qui se porte transversalement en dedans et légèrement en bas pour pénétrer sous les tendons des muscles antérieurs de l'avant-bras; elle donne 1 ou 2 ramuscules qui se ramifient sur la face antérieure et externe du carpe. Souvent ce rameau est volumineux; il se porte transversalement en dedans, le long du bord inférieur du carré pronateur, pour s'anastomoser avec une branche semblable de la cubitale.

Après avoir donné toutes ces branches, la radiale contourne l'apophyse styloïde du radius en passant sous le tendon du long

abducteur du pouce pour arriver sur la face dorsale du carpe. Ici elle se porte en bas et en dedans vers le sommet du 2e espace métacarpien, où elle se recourbe transversalement en dedans en formant l'arcade dorsale, branche terminale de la radiale. Dans ce trajet elle donne les branches collatérales suivantes : 1° une *petite branche* qui suit le bord inférieur de la face postérieure du radius pour s'anastomoser avec les branches de l'artère interosseuse; 2° la *collatérale dorsale externe du pouce*; elle suit le bord externe de ce doigt en s'anastomosant avec un rameau fourni par sa collatérale interne, branche du tronc radio-palmaire; ou bien elle forme, comme je l'ai remarqué sur d'autres sujets, la collatérale externe du pouce qui est plus volumineuse, la collatérale externe palmaire n'existant pas alors; 3° la 1re interosseuse dorsale qui se porte verticalement en bas vers le sommet du 1er espace interosseux, où elle donne deux rameaux, l'un au côté interne du pouce, l'autre au côté externe de l'index; ce dernier rameau atteint à peine la 2e phalange de l'index. C'est cette collatérale externe de l'index qui donne habituellement le rameau qui passe sur la face postérieure de l'adducteur du pouce, pour s'anastomoser avec le rameau semblable fourni par la collatérale externe palmaire de l'index. La 1re interosseuse dorsale peut fournir les collatérales palmaires interne du pouce et externe de l'index; les rameaux dorsaux correspondants sont alors très fins; 4° la transverse dorsale du carpe naît de la radiale au niveau de la 2e rangée des os du carpe; elle se porte transversalement en dedans pour s'anastomoser sur le côté interne du carpe avec les rameaux de la cubitale. Elle donne des rameaux ascendants qui s'anastomosent au niveau de l'articulation radio-carpienne avec les branches terminales de l'artère interosseuse et des rameaux descendants, qui la réunissent avec la branche terminale de la radiale.

La branche terminale de la radiale, arrivée au sommet du 2e espace interosseux, comme nous l'avons dit, se recourbe transversalement en dedans en décrivant ainsi une sorte d'arcade dorsale qui est appliquée contre les faces postérieures de trois derniers métacarpiens près de leurs bases. Elle s'anastomose, après avoir atteint le bord cubital de la main, avec une branche qui provient de la cubitale. On voit provenir de cette arcade des rameaux ascendants et des rameaux descendants. Les premiers, au nombre de 3-4, naissent au niveau des métacarpiens et se portent vers les rameaux

descendants de la transverse dorsale du carpe, avec lesquels ils forment un réseau vasculaire appliqué contre la face postérieure du carpe. Les rameaux descendants sont : *a*, deux rameaux qui naissent au sommet du 2e espace métacarpien; ils se portent verticalement en bas; l'externe longe le côté interne du 2e métacarpien pour donner les collatérales dorsales de l'index et du médius qui s'anastomosent avec les collatérales palmaires correspondantes; au niveau des têtes des métacarpiens ce rameau donne une petite branche qui perfore le 2e espace interosseux d'arrière en avant, pour se réunir sur la face palmaire de la main avec le rameau interne qui naît avec lui au niveau du sommet du même espace métacarpien et qui suit d'abord le côté externe du 3e métacarpien jusqu'au-dessous de sa moitié, pour se porter ensuite sur la paume de la main où il se bifurque; la branche externe de la bifurcation se réunit avec le rameau externe et ce tronc réuni se jette dans la 2e interosseuse palmaire, immédiatement avant sa division en collatérales de l'index et du médius; la branche interne de la bifurcation se réunit avec le rameau descendant du 3e espace interosseux; *b*, deux rameaux, analogues aux précédents, qui naissent au sommet du 3e espace interosseux; l'externe de ces rameaux se comporte comme l'interne du 2e espace interosseux, l'interne comme l'externe, mais avant sa division il reçoit la branche dorsale fournie par la cubitale; sur la face palmaire les rapports de ces rameaux sont les mêmes que dans le cas précédent; *c*, au 4e espace interosseux deux rameaux qui se comportent tous les deux comme le rameau interne du 2e espace interosseux; leurs rapports palmaires sont ceux des précédents. Tous ces rameaux des espaces interosseux sont très souvent, peut-être même normalement simples et se jettent dans les artères interosseuses comme dans le cas décrit; leurs branches anastomotiques palmaires sont très petites, sauf celle qui se trouve entre le 4e et le 5e doigt; elle est formée par la plus grande partie de la 3e interosseuse dorsale et par la partie terminale de la cubitale.

Les rameaux descendants de la partie terminale de la radiale, doubles dans les espaces interosseux, peuvent être simples; ils se jettent aussi comme les premiers dans les digitales palmaires, après avoir envoyé préalablement des collatérales dorsales très fines. Au niveau de la moitié de son espace interosseux chaque rameau donne deux branches perforantes dont l'externe s'anasto-

mose avec le rameau de l'espace interosseux externe qui est voisin, l'interne avec le rameau de l'espace interne. Ces rameaux simples reçoivent aussi des branches communicantes de l'arcade profonde qui peut quelquefois exister en se présentant ainsi : la radiale au lieu de former l'arcade dorsale au poignet perfore le sommet du 2e espase métacarpien pour arriver à la paume de la main, où elle se recourbe en dedans appliquée contre les bases des trois derniers métacarpiens en formant ainsi une arcade profonde très fine; sur le bord cubital de la main elle s'anastomose avec une branche de la cubitale. C'est elle qui donne au sommet des deux derniers espaces interosseux les rameaux interosseux dorsaux, qui perforent ces espaces d'avant en arrière.

La radiale chez le magot est superficielle au bras; au niveau du pli du coude elle se porte vers le côté radial de l'avant-bras, où elle descend entre le radius et le long supinateur en se divisant au-dessous de la moitié de l'avant-bras en deux branches, en rameau dorsal moins fort et en rameau palmaire plus volumineux; ces deux branches descendent cependant l'une à côté de l'autre jusqu'à l'articulation du poignet. Au bras et à l'avant-bras la radiale donne de nombreuses branches musculaires.

La récurrente radiale naît sur la radiale au-dessous du pli du coude; tantôt elle naît d'une des branches anastomotiques entre la radiale et la cubitale, tantôt enfin de l'interosseuse lorsqu'elle provient de la radiale.

Le rameau dorsal se porte entre la racine de la main et les extenseurs du pouce sur la face dorsale de la main en formant le réseau dorsal qui fournit les interosseuses dorsales; on y voit encore un rameau volumineux pénétrer entre le premier et le second os du métacarpe sur la paume de la main, pour se distribuer dans les muscles interosseux. Il n'y a pas d'arcade palmaire profonde.

Le rameau palmaire donne au-dessus des articulations du carpe une branche transversale, l'artère transverse antérieure du carpe; il se porte entre le grand et le petit palmaire sur la paume de la main en passant au-devant du ligament antérieur du carpe, fournit à l'éminence thénar et forme au voisinage des têtes des métacarpiens l'arcade palmaire dans laquelle s'abouche la cubitale. Cette arcade donne trois interosseuses palmaires aux trois premiers espaces interosseux. Chaque interosseuse se divise au-dessous de la première articulation des doigts en deux digitales palmaires.

Chez les anthropomorphes, particulièrement chez le gorille, la radiale est plus courte, la bifurcation de l'humérale ayant lieu au pli du coude. Le tronc radio-palmaire naît au-dessus du carpe; il traverse le court abducteur du pouce et se divise à la paume de la main en deux branches digitales : une de ces branches donne la collatérale externe de l'index et interne du pouce, l'autre la collatérale interne de l'index et l'externe du médius.

Ensuite l'artère radiale, après avoir fourni le tronc radio-palmaire, se porte dans la profondeur de la paume de la main, où elle s'anastomose avec la branche cubito-palmaire de la cubitale en formant l'arcade palmaire profonde. Cette arcade donne cinq branches : la 1re se porte sous l'adducteur du pouce, les deux suivantes se jettent dans les 2e et 3e interosseuses, au-dessus de leur division en collatérales; les deux dernières fournissent aux lombricaux et aux interosseux. Au-dessous de la naissance du tronc radio-palmaire la radiale donne une branche anastomotique qui se jette dans l'arcade profonde.

L'arcade palmaire superficielle n'existait pas chez le chimpanzé décrit par Gratiolet et Alix, ni chez les deux gorilles examinés par M. Deniker, tandis que le même auteur en a observé une chez un chimpanzé. Chapman et Barkow en constatèrent la présence, le premier chez le gorille, le second chez l'orang.

A la face dorsale de la main, la radiale donne une interosseuse dorsale qui fournit les collatérales dorsales du pouce et de l'index et s'anastomose avec une branche de l'interosseuse, en constituant la dorsale du carpe qui décrit une arcade donnant des branches musculaires aux 2e et 3e espaces interosseux.

Chez le chimpanzé (Troglodytes Aubryi [1]) la radiale chemine sous le long supinateur, passe, comme chez l'homme, sous les adducteurs du pouce à la face dorsale du poignet et s'enfonce dans le 1er espace interosseux, pour former l'arcade palmaire profonde qui s'anastomose avec la cubitale.

Chez le gibbon examiné par M. Deniker, la radiale naît au coude, mais elle est grêle et s'épuise dans les muscles du 1/3 supérieur de l'avant-bras.

En rapprochant la disposition de la radiale avec ses branches de la disposition observée normalement ou anormalement chez l'homme, nous voyons que la radiale chez les macaques et les magots présente une longueur plus considérable que chez l'homme ; elle naît au niveau du bras; mais ce phénomène s'observe souvent, comme nous l'avons dit, chez l'homme. Chez les macaques elle paraît par son volume continuer le tronc de la brachiale, ce qu'on voit aussi chez l'homme où, l'humérale présentant la division prématurée, une de ses branches terminales, tantôt la radiale, tantôt la cubitale, est plus forte et paraît continuer le trajet de l'humérale.

On remarque chez les macaques que la radiale au bras fournit toutes les branches qui proviennent normalement chez l'homme de la brachiale, savoir les branches musculaires et les collatérales cubitales; chez l'homme dans les cas analogues toutes ces branches et même celles de l'axillaire peuvent provenir de la radiale.

A l'avant-bras, chez les macaques et les magots, la récurrente

1. Gratiolet et Alix, *loc. cit.*

radiale ne présente rien de particulier; chez ces derniers cependant elle peut naître de l'anastomose entre la radiale et la cubitale ou bien de l'interosseuse lorsque celle-ci provient de la radiale. Ces rameaux anastomotiques entre les branches terminales de l'humérale ne sont pas très rares à rencontrer chez l'homme, seulement j'ignore s'ils peuvent donner naissance à la recurrente radiale. On voit également chez l'homme l'interosseuse naître par un tronc commun avec la radiale et donner les récurrentes.

Nous voyons ensuite que la radiale chez les singes donne constamment au niveau ou au-dessous de la moitié de l'avant-bras le tronc radio-palmaire (branche palmaire de Theile), qui forme presque à lui seul l'arcade palmaire superficielle. Ce détachement élevé du tronc radio-palmaire, ainsi que l'augmentation de son calibre. s'observe aussi chez l'homme et ce tronc radio-palmaire contribue alors pour la plus large part à la formation de l'arcade superficielle. Lorsque par suite de l'augmentation du volume du tronc radio-palmaire l'arcade superficielle est plus volumineuse, on la voit donner la 1re interosseuse comme chez les singes, tandis que normalement cette artère provient de l'arcade profonde.

Nous venons de voir que l'arcade superficielle fait souvent défaut chez les anthropomorphes et le tronc radio-palmaire donne alors les deux premières interosseuses. Chez l'homme, dans les cas d'absence de cette arcade, le tronc radio-palmaire donne au pouce et au côté radial ou aux deux cotés de l'index, souvent même au médius.

La disposition de la branche terminale de la radiale chez les macaques et les magots paraît être toute particulière. Je n'ai trouvé rien de pareil dans les anomalies de l'homme. Cependant, comme nous l'avons fait remarquer, la portion terminale de la radiale peut perforer le 2e espace interosseux pour se porter sur la paume de la main. Cette disposition s'observe chez l'homme. Enfin l'arcade profonde n'existant pas chez les singes, ses branches descendantes constituant la partie commune aux interosseuses palmaires et aux perforantes n'existent pas non plus; ce sont par conséquent les perforantes qui vont, après avoir perforé d'arrière en avant les espaces interosseux, constituer à la paume de la main les interosseuses palmaires qui se jettent dans les digitales avant leurs bifurcations en collatérales des doigts.

(*A suivre.*)

RAPPORT

au ministre de l'Instruction publique sur le fonctionnement du Laboratoire de Concarneau en 1888, et sur la sardine [1].

Monsieur le ministre,

J'ai l'honneur de vous adresser mon Rapport annuel sur le fonctionnement du Laboratoire de zoologie et de physiologie maritimes de Concarneau. J'y joins, comme l'année dernière [2], des indications étendues afférentes à la pêche de la sardine, dont l'histoire est à l'étude depuis plusieurs années dans ce Laboratoire.

La chaloupe à vapeur « la Perle ». — Comme les années précédentes l'administration de la marine a bien voulu mettre au service du Laboratoire la chaloupe à vapeur *la Perle* et une baleinière. Grâce à ce concours des forces sociales dont l'État seul peut disposer, nous avons été en état de poursuivre nos observations commencées il y a quatre ans sur les conditions physiques qu'on peut soupçonner d'avoir une influence sur les déplacements et le régime de la sardine et par conséquent sur l'abondance et la prévision des pêches. Ce sont là des questions qui intéressent au plus haut degré une vaste étendue de nos côtes françaises dont Concarneau occupe en quelque sorte le centre.

M. Pradier, commandant la station de Granville et à qui nous adressons ici tous nos remerciements, pénétré lui-même de l'importance de nos études, avait bien voulu donner un soin spécial au choix des hommes d'équipage de la chaloupe qui nous ont tous, dans la mesure de leurs moyens, apporté un concours aussi dévoué que précieux. La baleinière a permis de recueillir chaque jour un échantillon de la faune microscopique qui peuplait les eaux de la mer dans le but de rechercher s'il existe quelque relation entre la nature très variable de cette faune et l'abondance plus ou moins grande de la sardine. Nous devons ajouter, comme nous l'avons indiqué ailleurs, que, contrairement aux idées généralement répandues, cette relation n'existe

1. Les faits scientifiques consignés dans ce Rapport ont été résumés dans trois notes présentées à l'Académie des sciences. Voy. *Comptes rendus* du 1er, 15 et 29 juillet 1889. Voy. également *Le régime de la sardine* (*Rev. scient.*, 21 août 1889).

2. Le *Rapport* pour 1887 a paru dans les *Enquêtes et documents relatifs à l'enseignement supérieur*, XXV, Imprimerie nationale, 1888.

point ou du moins qu'il a été impossible jusqu'ici de la mettre en lumière.

Nous avons chargé cette année un élève du laboratoire, moniteur à l'école des Hautes-Etudes, M. Biétrix, du soin de ces pêches quotidiennes. Chaque jour un échantillon de la faune recueillie a été fixé, conservé, et mis en préparations qui pourront être consultées par les zoologistes. M. Biétrix a lui-même fait l'étude sommaire de ce qu'on pourrait appeler les mouvements de la faune de Concarneau, mouvements extraordinairement rapides, en ce sens que l'aspect de la faune change parfois d'un jour à l'autre sans qu'on puisse deviner les causes qui provoquent ces transformations (Voy. Annexe A.)

Le directeur adjoint. — M. le Dr Chabry, qui me secondait depuis plusieurs années comme directeur adjoint, a été nommé maître de conférences à la Faculté des sciences de Lyon. J'avais dû me préoccuper de lui trouver un successeur et mon choix s'était arrêté à l'avance sur M. Fabre-Domergue, qui avait pendant plusieurs années déjà travaillé au Laboratoire et publié à diverses reprises des recherches sur les infusoires marins de la baie de Concarneau.

Matériel. — Je me suis préoccupé d'améliorer encore cette année notre matériel scientifique, qui s'est accru de plusieurs instruments. Les mécaniciens de *la Perle* nous ont été d'un très grand secours pour la construction et le montage de divers appareils et en particulier des transmissions variées de notre moteur à gaz. Grâce à ces perfectionnements nous pouvons maintenant faire effectuer dans notre atelier et sous nos yeux certains instruments dont l'exécution eût été au dehors beaucoup plus longue et plus coûteuse. — L'ancienne citerne du Laboratoire destinée à parer à la pénurie d'eau douce dont on souffre fréquemment à Concarneau a été cette année complètement restaurée et agrandie. — Des objectifs d'une composition optique nouvelle sont aussi venus compléter nos moyens d'études.

Fort Cigogne. — La situation exceptionnellement favorable de cette annexe de notre Laboratoire ne nous a pas été moins utile cette année que les précédentes. C'est ainsi que M. le Dr Yung, professeur à l'Université de Genève, a pu séjourner pendant plusieurs jours aux îles Glenans et y recueillir une collection d'étude pour la faculté de Genève, particulièrement intéressante.

Météorologie. — Les observations météorologiques destinées à être transmises au Bureau central météorologique ont été poursuivies cette année comme les précédentes, sans interruption. Il en est de même du service particulier organisé pour l'étude de la température des eaux profondes de la baie de Concarneau, étude dont les résultats seront consignés dans une publication ultérieure (voir le mémoire de M. Chabry, Annexe A du *Rapport* de l'année dernière).

Travaux du Laboratoire. — Pendant toute la saison d'été, le Laboratoire a été occupé par un certain nombre de personnes qui y ont fait un séjour plus ou moins prolongé, lequel, pour certaines d'entre elles, n'a pas duré moins de cinq mois. Je signalerai les suivantes : MM. Yung, professeur à l'université de Genève. — Fabre-Domergue, docteur ès sciences. — Kalt, docteur en médecine. — Laguesse, licencié ès sciences, docteur en

médecine. — Biétrix, licencié ès sciences. — Veillard, licencié ès sciences. — Leguern, étudiant. — Velimirovitch, étudiant. — Buchet, étudiant.

Parmi nos élèves nationaux, deux ont reçu une bourse de voyage sur le crédit affecté à cet emploi.

Dans le courant de l'année, le directeur, le directeur-adjoint et les personnes attachées au Laboratoire ont publié les travaux suivants :

M. Pouchet. — *Conférence sur son voyage aux Açores et à Terre-Neuve.* (*Bulletin du cercle Saint-Simon*, 21 janvier 1888). — *Sur les glandes cutanées chez l'Écrevisse*, en collaboration avec M. Wertheimer (*Comptes rendus Soc. de Biologie*, 18 février 1888). — *Contre-projet pour l'aménagement de la grande salle des nouvelles galeries du Muséum*, présenté par le professeur d'Anatomie. Plaquette in-4°. — *De l'affectation de la grande salle centrale des nouvelles galeries du Muséum d'Histoire naturelle* (*Rev. scientifique*, 17 mars 1888). — *Remarques sur la dissémination des espèces d'eau douce, à propos d'une communication de M. de Guerne* (*Soc. de Biologie*, 7 avril 1888.) — *Note accompagnant la présentation de photographies de Cachalot* (*Soc. de Biologie*, 16 juin 1888). — *De la multiplication provoquée et de la forme des Noctiluques* (*Comptes rendus Soc. de Biologie*, 23 juin 1888). — *Echouement d'une baleine à Alger*, en collaboration avec M. Beauregard (Congrès de l'Association française à Alger). — *La pêche du Cachalot à terre* (*La Nature*, 4 septembre 1888). — *La prétendue évolution du sens des couleurs* (*Rev. scientifique*, 13 octobre 1888). — *Sur le test des Arthropodes* (*Soc. de Biologie*, 13 octobre 1888). — *Sur un nouveau Cyamus, parasite du Cachalot* (*Comptes rendus*, 29 octobre 1888). — *Le Cachalot* (*Rev. des Deux Mondes*, 1er décembre 1888).

Publications relatives à la sardine : *Rapport sur le fonctionnement du Laboratoire de Concarneau en 1887 et sur la sardine*, comprenant : *Observations sur la température de la baie de Concarneau*, par M. L. Chabry (*Enquêtes et documents relatifs à l'enseignement supérieur*, XXV, in-8°, 1888). — *Le régime de la sardine sur la côte océanique de France en 1887* (Extrait [1] dans *Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, 20 février 1888). — *La sardine* (*Rev. des Deux-Mondes*, 1er avril 1888).

1. Nous donnons ici le début de cette note, qui n'a pas paru aux *Comptes rendus* :

« La crise que traversait encore il y a deux ans l'industrie de la sardine et les préoccupations légitimes qu'elle avait éveillées au sein de l'Administration de la Marine, m'engagent à présenter l'exposé suivant du *régime* de la sardine pendant la dernière saison de pêche. J'appelle « régime » l'écoulement, en quelque sorte, des diverses quantités de sardines de tailles différentes qui se succèdent dans nos eaux littorales.

« Des recherches suivies ont été entreprises à ce sujet depuis plusieurs années sous ma direction au Laboratoire maritime de Concarneau, grâce à l'appui du Ministère de la Marine. Mais on leur a donné, l'année dernière, une impulsion nouvelle et j'en avais spécialement chargé un de mes assistants, M. Bovier-Lapierre.

« Au début de la campagne, de Douarnenez aux Sables-d'Olonne, on pêche uniformément de la sardine de grande taille. Le 25 juillet, les bancs de sardines dites « de rogue », beaucoup plus petites, font leur apparition par le sud aux Sables, et de proche en proche remontent vers le nord, lentement, jusqu'à Douarnenez, où on commence à les pêcher seulement le 1er septembre. A partir de ce moment le poisson reste « mêlé ». La présence simultanée de bancs de sardines de diverses grosseurs

M. le Dr Chabry. — *Observations sur la température de la baie de Concarneau* (*Enquêtes et documents relatifs à l'enseignement supérieur*, 1888). — *Production expérimentale de la segmentation cellulaire bornée au noyau* (*Comptes rendus de la Soc. de Biologie*, 1888). — *Procédé pour injecter un liquide à l'intérieur d'une cellule vivante* (*Comptes rendus de la Soc. de Biologie*, 1888). — *Procédé nouveau pour étudier la diffusion des acides* (*Journal de Physique*, t. VII, 1888).

M. Fabre-Domergue. — *Note sur la famille des Urcéolaires*, note préliminaire (*Comptes rendus de la Soc. de Biologie*, 3 mars 1888). — *Etude sur l'organisation des Urcéolaires et sur quelques genres d'Infusoires voisins de cette famille* (*Journal de l'Anat. et de la Physiol.*, t. XXIV, 1888. Pl. IX et X). — *Sur la conservation en collection des animaux colorés* (*Comptes rendus de la Soc. de Biologie*, 19 janvier 1889). — *Sur la nature de certaines substances de réserve contenues dans le protoplasma des Infusoires* (*Annales de micrographie*, t. I, 1888). — *Les différenciations fonctionnelles chez les êtres unicellulaires* (*Annales de micrographie*, t. I, 1889).

M. le Dr Laguesse. — *Note sur le développement histologique de la rate des poissons* (*Comptes rendus de la Soc. de Biologie*, 7 juillet 1888).

M. le Dr Emile Yung. — *L'Archipel des Glenans* (*Journal de Genève*, 22 septembre 1888). — *La sardine, sa pêche et son industrie* (*Bibliothèque universelle*, décembre 1888).

La sardine.

On a continué à se préoccuper au Laboratoire des questions relatives au *régime* de la sardine sur notre côte océanique. Nous ne reviendrons pas sur les faits ou les documents déjà mentionnés dans notre *Rapport* pour 1887 (p. 10 et suivantes). Ce qui suit est la continuation des mêmes recherches poursuivies par les mêmes moyens sur une espèce qui intéresse au plus haut degré notre industrie nationale et dont les mœurs et la vie n'en étaient pas moins demeurées jusqu'ici profondément inconnues.

Dès 1887 nous avions annoncé comme probable l'abondance du poisson pour 1888. Cette prévision basée sur des documents que nous avons fait

n'avait pas été observée dans la baie de Concarneau depuis nombre d'années. Nous l'avions signalée en 1884 dans la baie de Douarnenez.

« Mais le fait marquant du régime de la sardine en 1887 a été l'apparition subite, au commencement de juin, de petite sardine non marchande, pesant de 3 à 4 grammes, en quantités si considérables que les pêcheurs s'en disent gênés (Concarneau, 10 juin).

« A la fin de la saison, la sardine semble avoir disparu plus tôt au sud de Belle-Isle (vers le 8 octobre), que sur le reste de la côte. Dès le 1er septembre des thonniers rapportent avoir vu des bancs de sardines au large. Un renseignement certain nous apprend que, le 10 novembre, des bancs se trouvaient encore profondément à l'entrée de la baie de Douarnenez.

« Le temps avait été pendant l'été exceptionnellement chaud, en particulier sur la côte de Bretagne. La température de la mer avait subi de grands écarts, sans que ceux-ci paraissent avoir eu l'influence qui avait été soupçonnée sur le déplacement des bancs de sardines. La faune pélagique, journellement observée à Concarneau, s'était montrée très pauvre.... » La suite comme aux *Comptes rendus*.

connaître, s'est réalisée de tous points [1], donnant une fois de plus un éclatant démenti aux promoteurs de mesures protectrices quelconques à prendre en vue d'empêcher la destruction d'une espèce aussi essentiellement pélagique que l'est la sardine [2].

Nous avons dressé d'après les divers documents commerciaux le tableau général du *régime* de la sardine sur les côtes de la Bretagne et des Charentes, de Douarnenez aux Sables-d'Olonne, en 1888 (Voy. ANNEXE B.) Il diffère

1. Nous extrayons le passage suivant de renseignements qui nous sont fournis sur la pêche aux Sables-d'Olonne par M. Odin, un observateur zélé de la sardine. « Le « mois de juin est remarquable par l'abondance de poisson pêché. Très souvent les « canots reviennent dès 8 à 10 heures du matin avec 8 à 10 000 poissons. L'orage, la « température de l'air, la direction et l'intensité des vents, l'état de la mer, toutes « causes qui d'ordinaire semblent influer sur la quantité de poisson pêché paraissent n'avoir avec elle aucune relation. Sur 30 jours on a pu pêcher pendant 27. « Le poids moyen des sardines est supérieur à celui des mois correspondants des « années 1886 et 1887; ce n'est ordinairement qu'en août qu'un tel poids est quel- « quefois atteint. Dans les filets il n'est capturé que des sardines. La vente de la « pêche de chaque bateau étant devenue désormais impossible, les quantités appor- « tées à terre ne représentent qu'un minimum et il y a lieu de remarquer que, depuis « le commencement de la pêche, non seulement les bateaux ne rentrent pas sans avoir « apporté beaucoup de sardines, mais ne cherchent même pas à en pêcher davantage « puisqu'ils ne sont pas assurés de la vente de ce qu'ils ont pêché dans quelques « heures. »

2. Il n'est peut-être pas sans intérêt de rappeler ici ce qui s'est passé tout dernièrement, en cette présente année 1889, pour le sprat. Celui-ci a fait son apparition en quantités prodigieuses dans la baie de Douarnenez, où on l'a pêché avec des seines que l'on tolère pour ce poisson et offrant néanmoins tous les inconvénients que l'on avait invoqués pour interdire la pêche de la sardine au moyen des mêmes engins. L'administration en les autorisant semble s'être inspirée de considérations purement sociales : elle a jugé qu'il pouvait être bon de laisser aux pêcheurs le bénéfice de la capture du sprat à une époque de l'année où ils n'ont guère d'autres ressources. Le sprat s'est montré en bancs énormes de tout petits poissons longs en moyenne de 80 mm. (les plus grands 90, les plus petits 65) et pesant environ 3 gr. Ce poisson trop petit pour être employé par les usines et mis en boîtes à la manière de la sardine, a été vendu au baril comme engrais. Certaines barques de pêche associées deux à deux pour la manœuvre de la seine, en rapportaient jusqu'à 50 barils par jour. Le poids du baril est de 160 à 170 kilogr. Cette grande destruction de poisson n'a pas manqué de soulever comme à l'ordinaire des récriminations. On a prétendu que beaucoup de petites sardines se trouvaient mélangées aux sprats. Sur un envoi de 147 de ces poissons que j'ai reçu et qui n'avait pas été certainement trié, il ne se trouvait pas une seule sardine. Les indications qu'a bien voulu me donner M. le commissaire de l'inscription maritime à Douarnenez confirment en ceci mes observations : « Je me suis renseigné, nous écrit-il, sur la question que vous « m'avez posée : la proportion de petite sardine capturée avec le sprat est bien plus « faible que je ne le pensais; on l'estime à 1 pour 10 000 au maximum. » On a argué qu'il eût mieux valu laisser grandir ces sprats pour les prendre plus tard quand ils auraient eu des dimensions convenables pour être employés par l'industrie. Nous avons montré ailleurs combien ce calcul était aléatoire. Tout au moins, a-t-on dit, ce sprat aurait nourri du poisson plus gros, merlans, turbots, etc., qui auraient été pris ensuite. C'est là en y réfléchissant un raisonnement tout aussi défectueux que le précédent, même au point de vue de l'alimentation publique. On oublie que le poisson jeté comme engrais sur les champs se transforme là *tout entier* en matière alimentaire, finalement en grain, en chair de mouton ou de bœuf qui viendront plus sûrement sur les marchés que tout le gros poisson que rien ne retient aux mêmes rivages et dont une bonne partie se répandra certainement au loin dans l'Océan, sera perdue sans retour.

considérablement du tableau correspondant pour l'année 1887 marquée par une égale abondance de sardines quoique le régime ait été tout autre. Nous avons indiqué ailleurs la nature et la valeur relative des seuls documents dont on puisse se servir pour dresser ces tableaux, documents qui portent sur le poisson *pêché* et non sur l'ensemble du poisson existant sur les lieux de pêche.

On peut caractériser ainsi le régime de la sardine pour 1888 : Le poisson comme toujours s'est montré par le sud et a disparu par le sud [1]. On le pêche d'abord aux Sables (9 mai), puis progressivement sur les divers points de la côte jusqu'à Douarnenez (10 juin). De même la pêche cesse d'abord au sud vers le 10 octobre et dans le nord seulement un mois plus tard.

La dimension du poisson est restée remarquablement uniforme. La diminution que l'on observe communément vers le mois de juillet ne s'est pas produite. Au contraire on peut suivre comme les autres années un léger accroissement sensible et très général du volume du poisson depuis le début de la pêche jusqu'à la fin [2].

Le fait capital du régime de la sardine en 1888 est une lacune considérable qui se produit sur presque toute la côte, depuis Audierne jusqu'à Belle-Isle, où la pêche reste suspendue depuis le 1er juillet et même antérieurement, jusqu'au 20 juillet, sans qu'aucune condition cosmique appréciable puisse être invoquée pour l'expliquer [3].

Nous consignons ici les observations que nous avons pu faire dans le cours de l'année sur la sardine, et que nous avons cherché naturellement à étendre au delà de l'époque de la pêche normale. On peut en effet trouver en presque toute saison des sardines en petit nombre jusqu'au voisinage immédiat de la côte, où les seineurs en ramènent souvent dans leurs coups de filet.

Dès le mois de février nous recevons une sardine qui nous est adressée par M. Michel Poriel, pêcheur à Douarnenez. Elle a été pêchée le 19 février 1888 avec du sprat [4] sur un fond vaseux. Le sprat pris avec elle

1. Cette particularité ne laisse pas que de soulever une question fort délicate sur les rapports qui peuvent exister entre la fréquentation de nos côtes par la sardine, et la température de la mer, puisque l'éloignement de la sardine au lieu de s'effectuer du nord au sud dans le sens de l'abaissement de la température à l'automne, s'effectue du sud au nord. Peut-être le volume du poisson toujours plus petit vers le sud est-il un facteur important dans le phénomène.

2. Le poisson n'a été que fort peu mêlé. On peut suivre toutefois la trace d'une apparition de poisson plus gros débutant à Audierne vers le 10 août, et se montrant vers le 1er septembre à Etel, à Quiberon et à Belle-Isle. — A Concarneau, d'une manière générale, le poisson pêché de juin à mi-octobre a été de 14 au quart de 25 mm. Il en allait suivant les pêches de 48 à 53 au kilogr. (= 20,833 à 18,867 gr. comme poids du poisson). De mi-octobre au 5 novembre (fin de la pêche) le poisson a été très mélangé de gros et de moyen. Le gros pesait de 20 à 22 au kilo (= 50 à 45,454 gr.), et n'a pas été mis en boîtes; le moyen pesait de 28 à 33 au kilo (= 35,714 à 30,303 gr.) et faisait des quarts de 25 mm., de 8 à 10 poissons. (Renseignements communiqués par M. Lorentz.)

3. Faut-il voir une relation entre cette absence de poisson et la venue ordinaire de poisson plus petit qu'on constate généralement vers la même époque, et qui cette année-là, ne se serait point montré?

4. Il est ordinaire de trouver quelques sardines mêlées au sprat. Voy. note de la page précédente.

est moitié plus petit. La sardine dans l'alcool pèse 55 grammes. — Elle porte un *pavillon*, mais sans œufs. — C'est une femelle dont les œufs d'ailleurs ne sont pas à maturité. L'ovaire mesure 47 millimètres de long.

A Concarneau même nous avons pu observer des sardines pêchées depuis le 31 mars jusqu'au 26 octobre. Disons de suite qu'en 1888 la période de pêche de la grosse sardine adulte dite *coureuse* ou sardine de dérive a été très courte à Concarneau. La pêche à la dérive a fait place le 29 mai à la pêche à la rogue. La sardine de dérive paraît d'ailleurs s'être toujours montrée mélangée de sardine de moindre taille[1].

Les indications suivantes résument nos observations personnelles pendant le cours de la saison. Pour les sardines recueillies avant notre arrivée à Concarneau et conservées dans l'alcool nous n'avons pas donné les poids par un scrupule à coup sûr exagéré, ce poids devant être fort peu différent de ce qu'il est à l'état naturel. On peut même ajouter que pour les sardines directement rapportées de la mer, une grande rigueur dans les pesées est absolument inutile. Aussi ne l'avons-nous jamais recherchée. L'animal perd de son poids avec ses écailles, il en gagne avec la rogue dont il est parfois gorgé. Ce sont là autant de particularités qui s'opposent à des constatations absolument rigoureuses et qui seraient d'ailleurs ici sans utilité pratique.

1. — 31 mars, sardine prise à la seine dans l'anse de Kersoz, longueur 107 millimètres.

2. — 21 avril, sardine prise à la seine dans la baie de Saint-Laurent, longueur 115 millimètres.

3. — 24 avril, sardine prise à la seine, baie de Saint-Laurent, longueur 118 millimètres.

4. — 24 avril, sardine pêchée entre Penfret et Trévignon, longueur 193 millimètres.

5. — 24 avril, entre Penfret et Trévignon, longueur 195 millimètres.

6. — 25 avril, sardine prise à la seine, rivière Saint-Jean, longueur 123 millimètres.

7. — 26 avril, 5 sardines prises à la seine dans la baie de Saint-Laurent, longueur de 118 à 140 millimètres.

8. — 27 avril, dans le port de Concarneau, longueur 112 millimètres.

9. — 30 avril, dans la baie, longueur 190 millimètres.

10. — 10 mai, entre Penfret et Trévignon : *a*, longueur 182 ; — *b*, longueur 230; hauteur maxima 45 millimètres; ♀ ventre plat, œufs plus avancés que le nº 12 ci-dessous[2].

11. — 12 mai, dans la baie : *a*, longueur 185 millimètres; — *b*, longueur 200 millimètres ; hauteur maxima 37 millimètres. — On a pris en même temps des anchois.

12. — 12 mai, entre Penfret et Trévignon, longueur 190 millimè-

1. Nous ignorons si le fait est constant. Nous n'avons pas besoin d'insister ici sur le peu de certitude que comportent les dires même sincères des pêcheurs sur lesquels on s'est trop souvent appuyé.

2. Nous recevons le 11 mai un envoi de sardines d'Arcachon qui mesurent de 111 à 152 mm.

tres; hauteur maxima 38 millimètres; ♀ ovaire gauche beaucoup plus gros que le droit, œufs de toute dimension.

13. — 19 mai, dans la baie : *a*, longueur 150 millimètres; — *b*, longueur 190 millimètres; hauteur maxima 37 millimètres; ♀ œufs de taille plus variée que le n° 12.

14. — 21 mai, au large des îles, longueur 170 millimètres.

15. — 24 mai, à la dérive sur la Basse-Jaune, longueur 176 millim.

16. — 25 mai, entre Penfret et Trévignon : *a*, longueur 156 millimètres; hauteur maxima 32 millimètres; — *b*, longueur 196 millimètres; hauteur maxima 38 millimètres.

17. — 26 mai, entre Penfret et Trévignon : *a*, longueur 155 millimètres; hauteur maxima 27 millimètres, ♂; — *b*, longueur 210 millimètres; hauteur maxima 38 millimètres, ♂ ventre plat.

18. — 27 mai, dans la baie : *a*, longueur 157 millimètres; hauteur maxima 26 millimètres, ♂; — *b*, longueur 228 millimètres; hauteur maxima 40 millimètres, ♂; ventre plat, inégalité entre les testicules dont le droit est coupé obtusement en avant, d'un centimètre plus court que l'autre [1].

19. — 29 mai, sardines de dérive : *a*, longueur 212 millimètres; poids 76 gr. 5; — *b*, longueur 217 millimètres; poids 75 gr. 5; — *c*, longueur 214 millimètres; poids 74 gr. 5; — *d*, longueur 212 millimètres; poids 73 gr. 5; — *e*, longueur 205 millimètres; poids 76 gr. 5; — *f*, longueur 227 millimètres; poids 91 gr. 5; — *g*, longueur 214 millimètres; 76 grammes; — *h*, longueur 195 millimètres; 63 grammes, ♀. Largeur des ovaires 25 millimètres.

20. — 29 mai, sardines de rogue (début de la pêche) : *a*, longueur 146 millimètres; poids 21 gr. 5 ♂ [2]; — *b*, longueur 177 millimètres, poids 39 gr. 5.

21. — 30 mai, sardines de dérive, 10 pèsent 920 grammes; 10 autres pèsent 910 grammes; 4 autres donnent : 1° longueur 230 millimètres, poids 93 grammes; 2° longueur 236 millimètres, poids 106 grammes; 3° longueur 238 millimètres, poids 115 grammes; 4° longueur 238 millimètres, poids 120 gr. 5. — Sur 22 de ces sardines on trouve 11 mâles et 11 femelles.

22. — 30 mai, sardines de rogue : *a*, longueur 147 millimètres, poids 20 à 21 grammes; — *b*, longueur 157 millimètres; poids 24 à 25 grammes.

23. — 31 mai, sardines de rogue : *a*, 2 sardines, longueur 132 millimètres, poids 18 à 19 grammes; — *b*, 2 sardines, longueur 145 millimètres, poids 22 à 23 grammes. — Sur une de ces sardines les plus gros œufs mesurent 300 μ et sont clairs, à rares granulations. Sur un œuf mesurant seulement 260 μ, le noyau volumineux mesure 140 μ et les granulations sont réparties à la surface du vitellus. — Sur une autre les ovaires sont très vasculaires, pleins d'œufs à l'état opaque et mesurant 500 μ. — Sur

1. Ces différences ne sont pas rares.
2. Moule 56-57.

un mâle le testicule droit est plus court que le gauche, les spermatozoïdes sont inactifs.

24. — 1er juin, sardines de rogue; — *a*, longueur 135 millimètres, poids 18 grammes; — *b*, 8 sardines, longueur 135 millimètres, poids 160/8 = 20 gr.; — *c*, longueur 180 millimètres, poids 40 gr. Cette dernière est une femelle avec les ovaires complètement transparents; les plus gros ovules mesurent 200 μ; aucun n'est granuleux. — Deux mâles offrent une différence complète dans l'aspect des testicules qui n'ont ni le même volume ni la même coloration. Sur l'un des individus le testicule est deux fois plus long que chez l'autre, ce qui fait une différence cubique considérable.

25. — 2 juin : *a*, longueur 140 millimètres, poids 19 grammes; — *b*, longueur 152 millimètres, poids 25 grammes. — Ce sont deux femelles dont les ovaires diffèrent autant que les testicules observés chez les deux mâles la veille. L'un est deux fois plus long, plus jaune, plus vasculaire. L'autre deux fois plus court est transparent, piqueté seulement de points blancs qui sont les œufs commençant à devenir opaques.

26. — 4 juin : *a*, longueur 135 millimètres, poids 19 grammes; — *b*, 2 sardines, longueur 138 millimètres, poids 39/2 = 20 gr.; — *c*, longueur 148 millimètres, poids 24 grammes.

27. — 5 juin : *a*, 4 sardines, longueur 140 à 145 millimètres, poids 82/4 = 20 gr. 5; — *b*, longueur 160 millimètres, poids 29 grammes; — *c*, longueur 188 millimètres, poids 46 grammes. Cette dernière est une femelle ayant les ovaires encore tout à fait transparents.

28. — 6 juin : *a*, 3 sardines, longueur 135 millimètres, poids 53 à 54/3 = 17,7; — *b*, longueur 150 millimètres, poids 23 grammes.

29. — 7 juin, 4 sardines, longueur 140 millimètres, poids 81/4 = 20 gr. Les ovaires sont absolument rudimentaires et sur une de ces sardines mesurent 1 centimètre de long.

30. — 13 juillet : *a*, 2 sardines, longueur 137 millimètres, poids moyen 19 grammes; — *b*, 1 sardine, longueur 154 millimètres, poids 28 grammes; — *c*, 3 sardines, longueur 140 millimètres, poids moyen 21 grammes. — Les individus sont gras, la graisse déposée le long des vaisseaux. Le contenu de l'intestin jaunâtre (*boîte verte* des pêcheurs) annonce que l'animal s'est principalement nourri d'êtres riches en diatomine.

31. — 21 juillet : *a*, 2 sardines, longueur 135 millimètres, poids moyen 17 grammes; — *b*, 2 sardines, longueur 155 millimètres, poids moyen 26 gr. 5.

On pêche le même jour du petit sprat long de 7 millimètres et pesant environ 2 grammes.

32. — 22 juillet, poisson mêlé : deux des plus grandes sardines mesurent 162 millimètres de long et pèsent en moyenne 30 grammes. Ces deux sardines ont les ovaires de dimensions très différente. Le dessin ci-après (fig. 1) est fait exactement à l'échelle (par M. Biétrix), de façon à montrer à la fois la dimension du poisson et la différence de volume des ovaires qu'il peut offrir dans un même banc. Le poids de l'ovaire sur un des individus était de 8 centigr. et de 1 gr. sur l'autre.

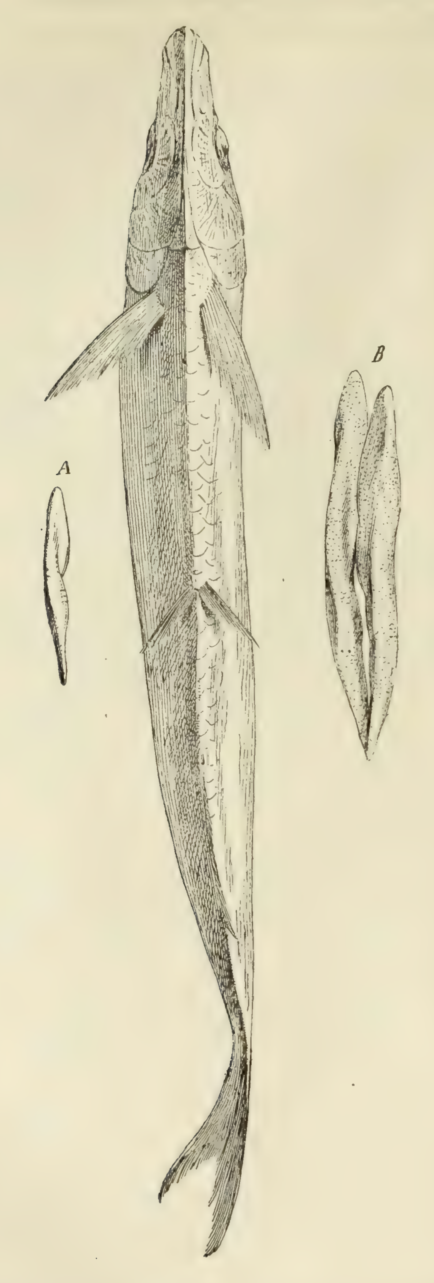


Fig. 1. — Sardine de rogue (22 juillet); on a figuré à côté la différence de volume des ovaires que présentaient deux individus ayant la taille figurée. — A, ovaire pesant 8 centigr. — B, ovaire pesant 1 gr.

33. — 23 juillet, poisson mêlé : *a*, 3 sardines, longueur 140 millimètres, poids moyen 22 gr. 3; — *b*, 2 sardines, longueur 162 millimètres, poids moyen 34 gr. 5. Dans l'une de ces deux sardines le testicule mesure 18 millimètres de long sur 2 de large. Dans l'autre, l'ovaire 47 milimètres de long sur 7 de large. La veille une femelle de même dimension avait présenté un ovaire aussi petit que le testicule du mâle, une autre femelle avait l'ovaire des dimensions mêmes que nous indiquons.

34. — 25 juillet : *a*, 3 sardines, longueur 135 millimètres, poids moyen 30 grammes; — *b*, 1 sardine, longueur 152 millimètres, poids 28 grammes.

35. — 30 juillet : *a*, 2 sardines, longueur 130 millimètres, poids moyen 17 gr. 5 ; — *b*, 1 sardine, longueur 145 millimètres, poids 24 grammes.

36. — 27 septembre : *a*, 3 sardines, longueur 130 millimètres, poids moyen 17 gr. 3 ; — *b*, 1 sardine, longueur 140 millimètres, poids 20 grammes.

37. — 6 octobre : *a*, 2 sardines, longueur 145 millimètres, poids moyen 27 gr. 5 ; — *b*, 1 sardine, longueur 160 millimètres, poids 31 grammes. Très grasses, organes génitaux rudimentaires.

38. — 9 octobre, 2 sardines, longueur 190 millimètres, poids moyen 56 grammes. Sur l'une de ces deux sardines, l'ovaire très peu développé est encore transparent.

39. — 26 octobre, sardines pêchées sur les Petits-Penmarch's, conservées dans l'alcool, longueur 172 à 180 millimètres, poids 41 grammes et 46 grammes. Très grasses, les organes génitaux très peu développés.

De l'ensemble des observations qui précèdent on peut tirer certaines indications zoologiques qui semblent n'avoir pas encore été relevées. Elles confirment de tout point ce que nous avons dit antérieurement de l'âge relatif de la sardine de rogue et de l'erreur qui consiste à croire qu'elle peut être prête à frayer. La sardine de rogue est une sardine jeune qui n'a encore jamais frayé et qui disparaît des eaux françaises bien avant la maturité de ses ovaires. On remarquera de plus que chez la sardine le développement des testicules ou des ovaires est très inégal, soit pour des individus de même taille pris à différentes époques de la saison, soit pour les individus de taille différente pêchés au même moment de l'année. On ne trouve les ovaires à maturité que sur la grande sardine dite « coureuse » ou « sardine de dérive ».

Malheureusement le déplacement incessant et la disparition finale de la sardine de rogue à l'automme nous privent des principaux éléments nécessaires pour aborder le problème intéressant de la durée de sa croissance aussi bien que de l'âge de celle qui visite nos côtes en été [1]. (Voy. Annexes C et D.)

Nous ne pouvons omettre en terminant de signaler le concours empressé que nous avons reçu pour seconder nos recherches, tant des représentants de la France à l'étranger que de plusieurs industriels.

Parmi les premiers nous devons citer tout particulièrement M. le Consul

1. La plupart des pêcheurs, même instruits, n'arrivent point ou n'arrivent que très difficilement à se débarrasser de cette croyance qu'ils reverront l'année suivante la même sardine un peu grossie.

de France à Setubal (Portugal). En Amérique, M. Saffray, représentant de la France au Venezuela, a bien voulu nous mettre en rapport avec M. Orsini, agent consulaire à Carupano, M. Pitou, agent consulaire à la Guaira, et avec M. le Dr Ernst, directeur du musée de Caracas, qui ont bien voulu nous faire parvenir des échantillons de la *sardina pseudohispanica* Poey, qui diffère d'ailleurs complètement de notre sardine et se reconnaît de suite à l'existence d'une bande dorée sur le flanc. (Voy. Annexe E.)

Parmi les particuliers qui nous ont également prêté un précieux concours nous devons signaler M. Odin, des Sables-d'Olonne [1], M. Lorentz, directeur de l'usine de M. Péreire à Concarneau, et M. Ouizille fils, de Lorient. M. Ouizille a bien voulu nous remettre une longue série de documents du plus haut intérêt pour l'étude du régime de la sardine depuis un certain nombre d'années, sur notre côte océanique (voir Annexe F). On peut suivre, grâce à ce document, les variations considérables offertes par la sardine, sur un même lieu de la côte, d'une année à l'autre. A la vérité, les dimensions au quart données par ces documents ne sont pas journalières et sont seulement hebdomadaires, mais ils offrent ainsi une sorte de moyenne qui permet de suivre peut-être mieux que par des indications journalières les variations de volume du poisson pris et acheté par les usines qui ont fourni ces chiffres. La base d'appréciation, le « tant au quart » comporte nécessairement toutes les incertitudes inhérentes à un système aussi défectueux [2], mais les vues d'ensemble qu'il fournit n'en sont pas moins singulièrement instructives.

Ces documents mettent assez nettement en évidence ce fait particulier que vers le premier tiers ou le premier quart de la saison, dans le mois de juillet, on pêche généralement du poisson plus petit que celui qu'on a pris

1. Voy. ci-dessus, p. 391.

2. Il y aurait certainement tout avantage à remplacer cette appréciation du tant au quart par le poids d'un nombre déterminé de sardines, dix sardines par exemple. Le « tant au quart » est d'autant plus sujet à caution qu'en face des difficultés commerciales des dernières années toutes les boîtes de sardines dites « quarts de boîte » n'ont plus partout la même capacité. Le nombre des poissons qu'on y fait entrer varie avec les conditions mêmes de la fabrication, selon que le poisson est plus ou moins étêté pour convenir à telle ou telle clientèle, selon qu'on le tasse plus ou moins d'après le prix variable du poisson ou de l'huile. Dans les usines appartenant à une des principales maisons de fabrication de la côte, on admet que le poids de la boîte de 1/4 (mesurant 12 × 10 × 2 centimètres) se décompose ainsi :

Boîte..........................	66	grammes.
Huile..........................	36	—
Poisson........................	123	—
Poids total..........	225	grammes.

On admet d'autre part (voir notre *Rapport* pour 1887, p. 12, note) que le poids de la sardine étêtée et cuite pèse exactement la moitié du poids de la sardine telle qu'elle arrive à terre. Les 123 gr. de sardines cuites représentent donc 246 gr., soit en chiffres ronds 250 gr. de poisson cru. Avec 1 kilogr. de sardines crues on fait donc 4 boîtes du type choisi pour unité. Il suffirait dès lors, pour obtenir le poids de la sardine de tant au quart, de multiplier par 4 le nombre de sardines indiqué comme entrant dans la boîte d'un 1/4 et de diviser 1000, qui est le nombre de grammes que représente ce poisson, par le nombre indiqué. On pourrait dresser, d'après ces données, le tableau

d'abord, et plus petit que celui qu'on prendra ensuite. Ce poisson de moindre taille arrivé ainsi tardivement sur nos côtes *semble* y demeurer et y grandir jusqu'à la fin de la saison. Quant au poisson d'abord apparu vers le mois de juin, il s'en va généralement et ne se remontre plus. Le phénomène est très sensible en 1864 et 1865 à Kernevel, Concarneau, Tréboul; très sensible également en 1873 à Quiberon, Kernevel, Concarneau, Douarnenez, Brigneau; en 1878 à Kernevel, Concarneau, Brigneau. Le même minimum se produit, mais tardivement, vers le mois d'octobre en 1872 à Quiberon, Kernevel, Concarneau, Brigneau.

L'uniformité du poisson pêché pendant la durée de la saison est très remarquable en 1864 et en 1867 à Kernevel, Concarneau, Tréboul; en 1869 à Kernevel, Concarneau, Brigneau; en 1874 à Quiberon, Concarneau, Douarnenez et Brigneau; en 1881 à Quiberon, Douarnenez. L'année 1888 peut être rapprochée des précédentes.

Au contraire on constate des différences considérables dans le « moule » du poisson en 1882 à Douarnenez; en 1885, 1886, 1887 à Quiberon, Kernevel, Concarneau, Brigneau. Cette inégalité s'est de même produite sur toute la côte en 1887.

ANNEXE A.

La faune pélagique de la baie de Concarneau pendant l'été de 1888,

par M. Biétrix.

Depuis le commencement de juin jusque vers la fin de septembre des pêches pélagiques ont été exécutées dans la baie de Concarneau. Il n'a été excepté que les dimanches, accordés comme repos aux hommes de *la Perle* et les jours où le temps ne permettait pas la sortie d'une embarcation; ceux-ci ont été fréquents pendant les mois de juin et de juillet.

suivant que l'on rapprochera utilement de celui que nous avons inséré dans notre *Rapport* pour 1887, p. 13, note, et dont il diffère assez peu.

Nombre de sardines à la boîte d'un quart.	Nombre de sardines pour faire un kilogramme.	Poids d'une sardine.
33 à 35 (34)	136	7^{gr}352
28 à 30 (29)	116	8^{gr}620
24 à 25 (24,5)	98	10^{gr}204
20	80	12^{gr}500
18	72	13^{gr}888
16	64	15^{gr}625
15	60	16^{gr}666
14	56	17^{gr}241
13	52	19^{gr}230
12	48	20^{gr}833
11	44	22^{gr}727
10	40	25^{gr}
9	36	27^{gr}777
8	32	31^{gr}250
7	28	35^{gr}710
6	24	41^{gr}666
3	12	83^{gr}333

Afin de permettre une comparaison plus rigoureuse des variations de la faune d'un jour à l'autre, la pêche a toujours eu lieu dans une même zone de limites peu étendues; autant que possible l'embarcation était maintenue dans le chenal d'entrée au port entre la tourelle du Cochon et la balise Cigare. La profondeur de la mer est en moyenne (entre les limites de haute et de basse mer) en ce point de 8 à 9 mètres.

Notons tout de suite que l'heure de la pêche étant toujours la même, les conditions de la marée variaient pour chaque jour, fait dont il faut tenir compte dans la comparaison des résultats.

Le filet à main ordinaire, en gaze fine, a constamment été employé. Il était tenu de manière à tamiser la surface de l'eau et, dans le cas où celle-ci était agitée, on l'immergeait un peu plus profondément pour éviter les détritus flottants. Chaque coup de filet demandait deux ou trois minutes.

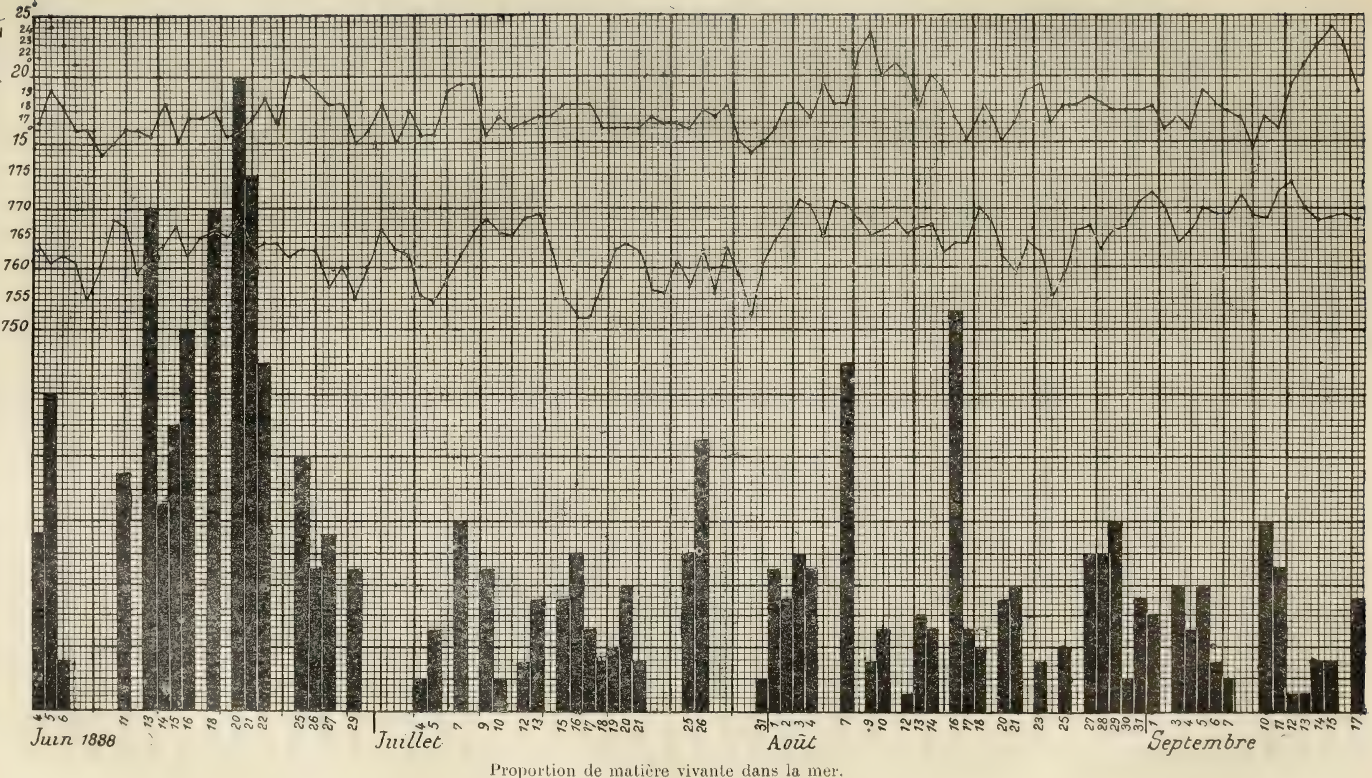
Le produit de deux coups de filets successifs était recueilli dans un bocal pour l'observation immédiate faite à la rentrée au laboratoire sur les animaux encore vivants. Quelques bocaux étaient ainsi remplis. En outre les matériaux recueillis dans deux autres coups de filet étaient condensés dans un flacon de petit volume et fixés aussitôt au moyen de quelques gouttes d'une solution saturée d'acide osmique.

Le dépôt des animaux fixés était abondamment lavé à l'eau douce, puis décanté sommairement et au résidu ainsi obtenu on ajoutait quelques gouttes de picro-carmin. Au bout de trois ou quatre jours le dépôt était de nouveau plus soigneusement décanté et additionné de glycérine renfermant un peu de sublimé corrosif pour éviter le développement des moisissures. Peu à peu, les jours suivants, la proportion de glycérine était augmentée jusqu'à environ un tiers de la masse totale et finalement le résidu formé au fond des tubes à essai était séparé de l'excès de liquide conservateur et recueilli dans de petits matras qu'on fermait à la lampe. C'est dans cet état que les pêches ont été rapportées à Paris où elles ont été mises en préparations et examinées.

Chaque fois un examen rapide a été fait, aussitôt après la pêche, des animaux vivants et une liste dressée des principaux types reconnus. Une note y était jointe, relatant l'état de l'atmosphère et de la mer.

Les résultats comparatifs donnés plus loin entre les pêches des différents jours ont donc été fournis partie par le relevé de ces notes rédigées sur les lieux, partie par l'observation des préparations faites avec les matériaux fixés.

Le procédé suivant a permis d'obtenir les valeurs relatives de la richesse des pêches. Les dépôts effectués depuis un certain temps et offrant leur maximum de condensation sont aspirés successivement dans un long tube gradué et le chiffre indiquant le niveau de chacun d'eux dans le tube et par conséquent l'abondance de la pêche est pris pour coefficient. Dans l'analyse que nous donnons plus loin des pêches de chaque jour, ce chiffre est indiqué. 1 étant le coefficient de la plus faible, les autres sont proportionnels; le plus élevé est 40. On voit, par cette différence, combien sont prononcées les variations dans la faune microscopique marine. Le graphique ci-contre, qui donne représentativement ces coefficients pour chaque



Proportion de matière vivante dans la mer.

jour de pêche, permet d'apprécier les différences extraordinaires de matière vivante s'offrant à de très courts intervalles dans les mêmes eaux. On a joint à ce graphique les tracés de la pression et de la température atmosphérique donnés par le baromètre et le thermomètre enregistreurs du Laboratoire.

Je dirai quelques mots plus loin des relations qui paraissent lier les changements de faune observés aux modifications du milieu et aux perturbations atmosphériques.

Le nombre des types zoologiques différents que l'on rencontre dans ces pêches pélagiques n'est pas très considérable et peu d'entre eux surtout se montrent avec une certaine fixité. Les noctiluques sont, d'une manière très sensible, l'espèce prédominante cette année. Les ceratiums, autres flagellés, sont assez constants. On rencontre toujours aussi une certaine quantité d'infusoires et notamment des tintinnoïdiens. Les appendiculaires et les copépodes sont, avec les noctiluques, les espèces ordinairement les plus marquantes. Parmi les larves, celles de crustacés, de différents âges, celles de bryozoaires (cyphonautes) sont à signaler comme très habituelles. Rarement enfin manquent des diatomées diverses. A ce fonds viennent s'ajouter irrégulièrement, plus ou moins variés, plus ou moins rares, prenant par exception une certaine importance numérique, d'autres types tels que petites annélides errantes, à l'état adulte ou larvaire, méduses d'hydraires, radiolaires, larves véligères de gastéropodes, larves actinotroques de géphyriens, des pluteus, des pilidiums, des têtards d'ascidies, des œufs de mollusques, des œufs pélagiques de poissons. A propos de ces derniers, je dois signaler un œuf que j'ai rencontré assez fréquemment dans les pêches de juin et de juillet, mêlé aux noctiluques dont il a la transparence et presque la taille (un peu supérieur). Je n'ai pas déterminé de quelle espèce de poisson il provient, n'ayant pu l'élever jusqu'à présent dans le laboratoire.

Les causes qui entraînent les variations dans le nombre et les proportions réciproques des formes pélagiques sont diverses et difficiles à préciser. Une de celles dont l'action est le plus nettement déterminable réside dans les différences qui existent entre les époques de développement de certaines formes, dont l'évolution a lieu à un moment fixe de l'année et dans une période de temps relativement assez restreinte. C'est ainsi que l'on verra dans nos tableaux apparaître à un certain moment, puis ne plus se montrer quelque temps après, les larves actinotroques de géphyriens, les pilidium, les larges véligères de gastéropodes, les œufs de poissons. De même, à un moindre degré, pour les cyphonautes. Ces faits sont indépendants des modifications passagères apportées par les changements atmosphériques.

De ces derniers dépendent les autres causes qui font varier la population microscopique de la surface de la mer. — L'action de la température n'est pas nettement appréciable et les effets qu'on pourrait lui attribuer sont facilement imputables à d'autres causes agissant en même temps. La même remarque s'applique à la lumière.

Il faut tenir grand compte, dans l'appréciation de la répartition des formes animales dans les pêches pélagiques, de l'état de la mer, suivant qu'elle est

calme ou agitée. Calme, elle est couverte de nombreux individus (noctiluques, cyphonautes, larves véligères, entre autres) que l'agitation de l'eau dispersera ou que le vent, soufflant vers la pleine mer, repoussera au loin, en dehors de la zone de pêche. Cette action des vents de terre est très nette en ce qui concerne les noctiluques. M. Pouchet a constaté que, dans ces conditions, on les trouvait accumulées, *sous le vent*, dans les dépressions des rochers et les anses du rivage des îles. — Citons encore ce fait que, par les jours de houle ou après une forte pluie, les noctiluques, réparties dans une certaine profondeur d'eau, se trouvent, dans la pêche, en proportion faible par rapport aux copépodes dont les conditions de distribution ont été peu modifiées.

Enfin il faut reconnaître que les hasards de la pêche sont accrus par l'inégale dissémination suivant le plan horizontal des diverses espèces. Certaines forment des nuages que rencontrera ou laissera de côté le filet fin. C'est ainsi que, dans certaines pêches, on observe la prédominance inattendue d'une forme ordinairement peu abondante.

Toutes les causes dont je viens de parler influent à des degrés divers, et plus ou moins mêlées, sur les résultats des pêches pélagiques. Que l'on considère en outre combien les observations ultérieures, les calculs de proportionnalité sont entachés d'approximation et l'on comprendra qu'il soit impossible encore de tirer des conclusions quelconques des faits constatés. Qu'il suffise maintenant de les enregistrer et d'accumuler des documents sur cette question.

Lorsque, dans les relevés qui suivent, il est indiqué simplement : *des individus de telle ou telle espèce*, c'est qu'il y a incertitude dans leur nombre relatif ou qu'ils restent dans une moyenne qui ne les signale pas à une attention particulière.

Abréviations employées :

Ab., abondant; — *ass.*, assez; — *essent.*, essentiellement; — *fréq.*, fréquent; — *n.*, nombreux; — *p.*, peu; — *prédom.*, prédominant; — *qlq.*, quelques; — *r.*, rare; — *tr.*, très; — *uniq.*, uniquement.

Le relevé de chaque jour est accompagné de l'indication de la pression barométrique, de la température et du chiffre exprimant la richesse relative de la pêche. Les mêmes faits sont représentés graphiquement dans les tracés qui se trouvent à la fin.

Au cours des relevés on trouvera la mention de certaines formes accompagnée d'un chiffre entre parenthèses. Celui-ci indique le nombre d'individus observés dans les préparations, à défaut d'une appréciation numérique plus générale.

J'ai désigné par la lettre A l'espèce de poisson indéterminé, dont j'ai signalé précédemment l'œuf pélagique.

L'état atmosphérique est indiqué pour 2 heures après-midi.

4 juin. Baromètre 764; thermomètre 16; coefficient 11. — Noctiluques n.; copépodes p. ab.; n. appendiculaires; cyphonautes; diatomées.

5 juin. Baromètre 760; thermomètre 19; coefficient 22. — Noctiluques tr. ab.; des ceratiums; tintinnoïdiens; méduses d'hydraires; qlq. copépodes; n. appendiculaires; larves d'annélides (1); larves véligères de

gastéropodes; cyphonautes; qlq. têtards d'ascidies; œufs de poisson A (1); œufs indéterminés.

6 juin. Baromètre 762; thermomètre 17,5; coefficient 3. — Noctiluques p. n.; qlq. cératiums; radiolaires (1): tintinnoïdiens; copépodes; ass. n. evadnes (cladocères); n. appendiculaires; larves véligères de gastéropodes; tr. n. *cyphonautes, prédominants;* têtards d'ascidies (1).

11 juin. Baromètre 767; thermomètre 16; coefficient 15. — Noctiluques extr. ab.; qlq. ceratiums; tintinnoïdiens; copépodes; n. appendiculaires; larves d'annélides; nauplius de crustacés; qlq. cyphonautes; œufs de poisson A (6); diatomées.

13 juin. Baromètre 762; thermomètre 15,5; coefficient 32. — Noctiluques tr. ab. et copépodes prédominants; des noctiluques avec *gemmes*; r. ceratiums; tintinnoïdiens; des evadnes; appendiculaires p. n.; qlq. larves d'annélides; qlq. cyphonautes.

14 juin. Baromètre 763,5; thermomètre 18; coefficient 13. — Noctiluques; ass. n. ceratiums; tintinnoïdiens; annélides errantes (1); qlq. copépodes seul.; tr. n. appendiculaires; p. n. larves véligères; r. cyphonautes; larves ciliées? (1); diatomées.

15 juin. Baromètre 765,5; thermomètre 15; coefficient 18. — Noctiluques prédom.; qlq. cératiums; copépodes un peu plus n. que le 14; qlq. annélides errantes; tr. n. appendiculaires ; larves jeunes de crustacés; qlq. larves véligères; qlq. cyphonautes; diatomées.

16 juin. Baromètre 762; thermomètre 17; coefficient 24. — Noctiluques prédom.; qlq. ceratiums; tintinnoïdiens; copépodes; n. appendiculaires; peu de larves véligères; qlq. cyphonautes; débris d'algues filamenteuses.

18 juin. Baromètre 766; thermomètre 17,5; coefficient 32. — Noctiluques; ceratiums; tintinnoïdiens; copépodes; appendiculaires; larves de crustacés; cyphonautes ; diatomées.

20 juin. Baromètre 762,5; thermomètre 16; coefficient 40. — Noctiluques toujours prédom.; peu de ceratiums; tintinnoïdiens; petites méduses (1); des copépodes; moins d'appendiculaires; larves âgées de crustacés; qlq. cyphonautes; œufs de poisson A (1); peu de diatomées.

21 juin. Baromètre 763; thermomètre 17; coefficient 34. — Surtout des noctiluques (av. radiolaires dans leur intérieur); des ceratiums; tintinnoïdiens; qlq. copépodes; peu d'appendiculaires; larves de crustacés.

22 juin. Baromètre 764; thermomètre 18,5; coefficient 22. — Comme le 21; en outre : des evadnes; ass. n. cyphonautes.

25 juin. Baromètre 763; thermomètre 20; coefficient 16. — Presque uniquement des noctiluques; copépodes tr. p. ab. ; r. appendiculaires; têtards d'ascidies.

26 juin. Baromètre 763; thermomètre 19; coefficient 9. — Toujours n. noctiluques, chargées de bols alimentaires; copépodes plus ab.; têtards d'ascidies (1); beaucoup de débris organiques.

27 juin. Baromètre 758; thermomètre 17; coefficient 11. — Disparition des noctiluques, à peine qlq. rares individus; presque uniquement des copépodes; tr. r. appendiculaires (1); qlq. larves de crustacés; débris végétaux.

29 juin. Baromètre 755; thermomètre 15; coefficient 9. — Noctiluques ass. ab.; qlq. copépodes; larves actinotroques (1); des cyphonautes; diatomées; beaucoup de coques de noctiluques vides.

4 juillet. Baromètre 755,5; thermomètre 15,5; coefficient 2; houle assez forte; peu de brise; pluie le matin. — Noctiluques p. n.; infusoires; presque uniq. des copépodes; appendiculaires; larves d'annélides; larves de crustacés âgées; des evadnes; qlq. cyphonautes.

5 juillet. Baromètre 754,5; thermomètre 15,5; coefficient 5; forte mer; grains; pêche pendant un grain. — Qlq. r. noctiluques vivantes; ceratiums fusus; infusoires; surtout des copépodes comme précédemment; appendiculaires; larves de crustacés âgées.

7 juillet. Baromètre 762; thermomètre 18,5; coefficient 12; beau temps; mer calme. — R. noctiluques; tr. n. ceratiums fusus; p. de c. furca, et de c. tripos (1); infusoires, des tintinnoïdiens; petites méduses (1); planaires; surtout beaucoup de copépodes; des evadnes; ass. n. appendiculaires; larves actinotroques (2); larves de crustacés; larves véligères de gastéropodes; n. cyphonautes; diatomées diverses.

9 juillet. Baromètre 768; thermomètre 15,5; coefficient 9; temps pluvieux; un peu de houle. — Peu de noctiluques; ceratiums fusus et furca; petites méduses (1); copépodes prédom.; evadnes; ass. n. appendiculaires; pluteus; larves de crustacés; des zoës; larves actinotroques (1); larves véligères; têtards d'ascidies (1); diatomées ass. n.

10 juillet. Baromètre 765; thermomètre 17; coefficient 2; beau temps. — Peu de noctiluques; ceratiums furca et fusus; tintinnoïdiens; copépodes surtout; evadnes; ass. fréq. appendiculaires; larves de crustacés; des nauplius; larves véligères; r. cyphonautes; œufs de poisson A (3); n. diatomées, 1 espèce surtout, souvent en chaînes; débris organiques.

11 juillet. Baromètre 765; thermomètre 16. — Noctiluques nombr., certaines avec des gemmes; ceratiums divergens; infusoires; petites méduses; planaires; copépodes; evadnes; appendiculaires; gemmes libres de noctiluques; pluteus; larves d'annélides (1); pilidiums; larves actinotroques; larves de crustacés; des nauplius n.; larves véligères de gastéropodes; cyphonautes; trochosphères (1).

12 juillet. Baromètre 768; thermomètre 16,5; coefficient 3. — R. noctiluques; qlq. péridiniens; très peu de copépodes; des evadnes en majorité; qlq. appendiculaires; larves de crustacés; des diatomées; beaucoup de débris.

13 juillet. Baromètre 769; thermomètre 17; coefficient 7. — Tr. peu de noctiluques; peu n. cératiums; surtout des copépodes; r. appendiculaires, petits; têtards d'ascidies (1); des diatomées; débris multiples.

15 juillet. Baromètre 755; thermomètre 18; coefficient 7. — Ass. n. cératiums furca et surtout c. fusus; qlq. tintinnoïdiens; copépodes peu ab.; des appendiculaires; beaucoup de débris.

16 juillet. Baromètre 752; thermomètre 15; coefficient 10; temps pluvieux. — Ceratiums moins n. que le 15; qlq. tintinnoïdiens; petites méduses (1); copépodes p. ab.; des evadnes; qlq. appendiculaires; pluteus; larves de crustacés; œufs de poisson A (1); diatomées; ab. et fins débris.

17 juillet. Baromètre 752; thermomètre 18; coefficient 5; bonne brise. — N. noctiluques, prédom.; ass. n. ceratiums tripos, qlq. c. fusus et c. furca; tintinnoïdiens; peu de copépodes; qlq. evadnes; appendiculaires; larves de crustacés, certaines âgées; ponte en chapelet de mollusque; des diatomées.

18 juillet. Baromètre 757; thermomètre 16; coefficient 3; forte mer. — Qlq. ceratiums; copépodes; evadnes; larves de crustacés; beaucoup de débris.

19 juillet. Baromètre 763; thermomètre 16; coefficient 4. — R. noctiluques; peu de ceratiums, qlq. c. tripos (1); surtout des copépodes; tr. p. d'appendiculaires; pluteus; qlq. larves de crustacés; tr. r. cyphonautes; débris divers.

20 juillet. Baromètre 763,5; thermomètre 16; coefficient 8. — Presque pas de noctiluques; r. ceratiums furca et fusus; qlq. copépodes; r. appendiculaires; larves de crustacés; qlq. diatomées; de nomb. débris, surtout d'algues.

21 juillet. Baromètre 762,5; thermomètre 16; coefficient 3. — P. n. noctiluques; r. tintinnoïdiens; copépodes ass. ab., de beaucoup prédom.; tr. p. d'appendiculaires; qlq. larves de crustacés; p. de diatomées; moins de débris.

25 juillet. Baromètre 757; thermomètre 16; coefficient 10; grains; grosse mer. — R. noctiluques; ceratiums furca; faune de copépodes comme le 21; qlq. evadnes; qlq. appendiculaires; pilidiums; qlq. larves de crustacés, des zoës; n. diatomées.

26 juillet. Baromètre 762,5; thermomètre 17,5; coefficient 17; beau temps; bonne brise; houle. — Qlq. noctiluques; des ceratiums furca et fusus; planaires; 2 espèces d'annélides errantes; copépodes en majorité; evadnes; qlq. appendiculaires; pluteus; larves de crustacés; diverses diatomées; beaucoup de fins débris.

27 juillet. Baromètre 756; thermomètre 17; coefficient inconnu; brise d'ouest; houle ass. forte. — Noctiluques p. n.; n. ceratiums furca et fusus; petites méduses (1); copépodes; larves de crustacés; larves véligères.

31 juillet. Baromètre 760,5; thermomètre 15; coefficient 2. — Radiolaires; certaine proportion de noctiluques; ceratiums furca, fusus et tripos; tintinnoïdiens; planaires (1); copépodes; evadnes; pluteus; qlq. larves de crustacés; n. diatomées; débris divers.

1er août. Baromètre 764; thermomètre 16; coefficient 9. — Noctiluques ass. n. prédom.; ceratiums, surtout c. furca et c. divergens, et aussi c. tripos; qlq. tintinnoïdiens; p. de copépodes; qlq. evadnes; des appendiculaires; larves jeunes de crustacés; diatomées.

2 août. Baromètre 768; thermomètre 18; coefficient 7. — Principalement des noctiluques; qlq. ceratiums furca, fusus, p. de c. tripos; qlq. tintinnoïdiens; petites méduses (1); p. de copépodes; qlq. evadnes; qlq. appendiculaires; larves de crustacés; des diatomées.

3 août. Baromètre 771; thermomètre 18; coefficient 10. — Des noctiluques en grande majorité; qlq. ceratiums furca, tripos; qlq. copépodes seulement; qlq. podons (cladocères); appendiculaires p. n.; p. de larves de crustacés.

4 août. Baromètre 770,5; thermomètre 17; coefficiont 9. — Noctiluques tr. ab. formant presque toute la faune; les autres formes en faible proportion : ceratiums furca, fusus, tripos; tintinnoïdiens; qlq. copépodes; qlq. podons; petits isopodes (1); appendiculaires; larves de crustacés; qlq. diatomées.

7 août. Baromètre 770; thermomètre 18; coefficient 22. — Très grande majorité de noctiluques; peu de copépodes; des appendiculaires; des diatomées; des débris.

9 août. Baromètre 765; thermomètre 23,5; coefficient 3. — Beaucoup moins de noctiluques; ceratiums habituels; divers tintinnoïdiens; un peu plus de copépodes; qlq. podons; qlq. appendiculaires; qlq. zoës; diatomées.

10 août. Baromètre 766; thermomètre 20 ; coefficient 5. — Noctiluques; ceratiums furca et fusus p. n.; ass. n. copépodes; qlq. podons; appendiculaires; une petite ponte de mollusque à œufs segmentés; p. de diatomées et p. variées.

12 août. Baromètre 765,5; thermomètre 20; coefficient 1. — Ceratiums furca et fusus (1) ; polype d'hydraire étalé; copépodes p. n.; qlq. podons; appendiculaires; larves de crustacés; larves de mollusques; qlq. cyphonautes; diatomées peu ab.

13 août. Baromètre 766,5; thermomètre 18; coefficient 6. — Noctiluques p. n.; infusoires?; copépodes seuls ass. ab.; qlq. podons; qlq. appendiculaires; larves de crustacés; p. de diatomées; p. de débris.

14 août. — Baromètre 767; thermomètre 20; coefficient 5. — Noctiluques en très grande majorité; tr. n. ceratiums furca; qlq. copépodes peu n mbreux; des podons; qlq. appendiculaires; des larves de crustacés; p. de diatomées.

16 août. Baromètre 764; thermomètre 17; coefficient 25; vent sud-est; mer calme. — Pêche ressemblant beaucoup à celle du 14; principalement encore des noctiluques; un peu plus de copépodes.

17 août. Baromètre 764; thermomètre 15; coefficient 5; vent nord-est froid; mer calme. — Rares ceratiums furca (1), tripos (2); grande prédominance de copépodes; qlq. podons; des appendiculaires; larves de crustacés qlq. unes âgées; peu de diatomées, petites espèces.

18 août. Baromètre 770; thermomètre 18; coefficient 4; mer calme. — Retour des noctiluques en très grand nombre, forment la majeure partie de la faune; petites annélides polychètes (1); copépodes p. ab.; podons et evadnes; ass. n. appendiculaires; larves de crustacés; à peine qlq. petites diatomées; de fins débris.

20 août. Baromètre 761,5; thermomètre 15; coefficient 7; mauvais temps; un peu de mer; pluie. — N. noctiluques; qlq. ceratiums furca et c. fusus; petites méduses (1); ass. n. copépodes; podons et evadnes; *larves zoës de crustacés* en nombre à peu près égal à celui des noctiluques; qlq. cyphonautes; tr. p. de diatomées; fins débris.

21 août. Baromètre 759; thermomètre 16,5; coefficient 8; mer houleuse; brise moyenne; pluie. — Environ moitié de noctiluques; qlq. ceratiums furca, tripos; petites méduses; annélides polychètes (1); des copépodes;

n podons et evadnes; des appendiculaires; encore n. larves de crustacés; qlq. cyphonautes; p. de diatomées; p. de débris.

23 août. Baromètre 762,5; thermomètre 19,5; coefficient 3; assez forte brise; houle. — Radiolaires (1); r. noctiluques; des ceratiums furca et tripos; qlq. tintinnoïdiens; presque uniq. des copépodes; qlq. podons et evadnes; qlq. zoës; qlq. appendiculaires; qlq. cyphonautes; peu de diatomées.

25 août. Baromètre 759; thermomètre 18; coefficient 4; beau temps; bonne brise. — Faune essentiellement formée de noctiluques et de copépodes, ces deux formes en proportions à peu près égales; qlq. ceratiums furca; qlq. tintinnoïdiens; petites méduses; ass. n. evadnes et podons; appendiculaires; larves actinotroques (1); larves de crustacés; des cyphonautes; p. de diatomées; qlq. fins débris.

27 août. Baromètre 766; thermomètre 18,5; coefficient 10. — Noctiluques; surtout des copépodes; qlq. podons; qlq. diatomées; de fins débris.

28 août. Baromètre 763; thermomètre 18; coefficient 10; grande brise; mer forte; un peu de pluie. — Des copépodes; qlq. podons; larves âgées de crustacés; des loges de bryozoaires (3); des appendiculaires; qlq. cyphonautes; beaucoup de débris.

29 août. Baromètre 766; thermomètre 17,5; coefficient 12; bonne brise; houle. — P. de noctiluques; qlq. ceratiums furca; qlq. tintinnoïdiens; surtout des copépodes et des appendiculaires, en nombre à peu près égal; larves de crustacés.

30 août. Baromètre 767; thermomètre 17,5; coefficient 2; beau temps; bonne brise; houle. — Qlq. tintinnoïdiens; comme le 29, surtout des copépodes et des appendiculaires, ceux-ci un peu moins nombreux; qlq. evadnes; larves de crustacés; qlq. diatomées.

31 août. Baromètre 771; thermomètre 17,5; coefficient 7; beau temps; mer calme. — Radiolaires (1); noctiluques prédominantes; qlq. ceratiums furca; qlq. tintinnoïdiens; des copépodes; qlp. podons; ass. n. appendiculaires; larves de crustacés, zoës n. (en majorité après les noctiluques); qlq. cyphonautes; peu de diatomées.

1er septembre. Baromètre 772,5; thermomètre 18; coefficient 6; beau temps; mer calme. — Noctiluques; qlq. ceratiums tripos; tintinnoïdiens; copépodes; appendiculaires seuls n.; qlq. larves de crustacés; ass. n. diatomées en chaînes.

3 septembre. Baromètre 764; thermomètre 17; coefficient 8; mer très calme. — Noctiluques p. ab.; tr. n. *ceratiums tripos*, qlq. c. furca et c. fusus; qlq. tintinnoïdiens; sagitta (1); copépodes ab., en majorité; qlq. podons; n. appendiculaires; qlq. larves de crustacés; qlq. cyphonautes; tr. p. de diatomées; qlq. débris.

4 septembre. Baromètre 766; thermomètre 16; coefficient 5; brise folle. — Tr. p. de noctiluques; des ceratiums tripos, furca, qlq. fusus; tintinnoïdiens; surtout des copépodes; qlq. podons; appendiculaires moins n. que précédemment; qlq. pluteus; petites larves de crustacés; qlq. cyphonautes; qlq. diatomées; p. de débris.

5 septembre. Baromètre 770; thermomètre 19; coefficient 8; mer calme.

— Noctiluques p. n.; ceratiums tripos, furca; tintinnoïdiens; principalement des copépodes; qlq. appendiculaires; larves de crustacés âgées (1); p. de diatomées; p. de débris.

6 septembre. Baromètre 769; thermomètre 18; coefficient 3; houle. — R noctiluques; qlq. ceratiums tripos; des copépodes surtout; podons; qlq. appendiculaires; des pluteus; larves âgées de crustacés et qlq. jeunes; cyphonautes.

7 septembre. Baromètre 769; thermomètre 17,5; coefficient 2; brise; beau temps. — Faible majorité de noctiluques; ceratiums tripos, furca; tintinnoïdiens; des copépodes; qlq. evadnes et podons; des pluteus; ass. fréquents cyphonautes; qlq. diatomées.

10 septembre. Baromètre 768; thermomètre 17; coefficient 12; beau temps. — Noctiluques et copépodes en quantité à peu près équivalente; qlq. ceratiums tripos; radiolaires (1); tintinnoïdiens; p. de podons; qlq. appendiculaires; larves de crustacés jeunes et âgées; qlq. larves de mollusques; des pluteus ab.; nombre notable de cyphonautes.

11 septembre. Baromètre 772,5; thermomètre 16; coefficient 9; très beau temps. — Noctiluques clairsemées; qlq. r. ceratiums tripos; tintinnoïdiens; copépodes nomb. formant presque toute la faune; qlq. pluteus; cyphonautes; r. diatomées.

12 septembre. Baromètre 774; thermomètre 19,5; coefficient 1; très beau temps. — Noctiluques; ceratiums tripos, furca; copépodes; podons et evadnes; appendiculaires; pluteus; cyphonautes; des débris.

13 septembre. Baromètre 770; thermomètre 21; coefficient 1; très beau temps. — Noctiluques; ceratiums tripos, fusus; tintinnoïdiens; copépodes; appendiculaires; cyphonautes; diatomées.

14 septembre. Baromètre 767,5; thermomètre 22,5; coefficient 3; beau temps. — Noctiluques; qlq. ceratium furca tripos; des copépodes; n. evadnes et podons, ces deux genres prédom.; ass. n. appendiculaires; qlq. larves âgées de crustacés; des cyphonautes; qlq. diatomées.

15 septembre. Baromètre 768; thermomètre 24; coefficient 3. — P. de noctiluques; petites annélides errantes (1); copépodes; des evadnes et podons; tr. n. appendiculaires; prédom. larves de mollusques; des cyphonautes; diatomées.

17 septembre. Baromètre 768; thermomètre 19; coefficient 7; beau temps. — Noctiluques; ceratiums tripos; tr. n.; ass. ab. c. furca, qlq. fusus; petites méduses; p. de copépodes; qlq. evadnes et podons; toujours tr. n. appendiculaires; larves de crustacés dont des nauplius; ass. n. cyphonautes; des diatomées; des débris.

ANNEXE B.

Tableau du régime de la Sardine en 1888.

Le tableau du régime de la sardine en 1888 que nous donnons ici a été dressé d'après la feuille périodique spéciale publiée à Nantes. En rapprochant, ainsi que nous l'avons fait, des indications données par cette feuille

Dates.	Les Sables.	St-Gilles.	Ile d'Yeu.	Le Croisic.	La Turballe.	Belle-Ile.	Quiberon.	Étel.	Port-Louis.	Concarneau.	Audierne.	Douarnenez.
8 mai	12	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
9 —	12	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
10 —	12	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
11 —	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
12 —	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
13 —	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
14 —	16	12	14	»	»	»	»	»	»	»	»	»
15 —	16	12/15	14	»	»	»	»	»	»	»	»	»
16 —	16	15	16	»	»	»	»	»	»	»	»	»
17 —	16	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
18 —	16	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
19 —	16	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
20 —	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
21 —	16	16	14	»	»	»	»	»	»	»	»	»
22 —	16	16	14	»	»	»	»	»	»	»	»	»
23 —	16	17	14	»	»	»	»	»	»	»	»	»
24 —	9	17	15	»	»	»	»	»	»	»	»	»
25 —	16	14	15	»	»	14	»	»	»	»	»	»
26 —	»	16	16	»	»	14	»	»	»	»	»	»
27 —	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
28 —	»	16	»	»	»	14	»	12	»	»	»	»
29 —	16	14	»	»	»	14	»	12	»	»	»	»
30 —	16	»	»	»	»	»	»	»	14	14	»	»
31 —	14	16	12	»	»	14	14	15	16	12	»	»
1er juin..............	18	»	12/14	»	»	15	»	12	»	12	»	»
2 —	16	16	16	»	»	»	»	»	13/16	12	»	»

3 —	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
4 —	18/20	16	16	»	»	»	»	14	14	12	12	»
5 —	16	16	16	15	12	15	»	»	14	13/14	12	»
6 —	16	16	16	14	16	15	»	12	14	13	12	»
7 —	18/20	16	15	14	16	15	»	12	12	12	12	»
8 —	18	16	15	14	»	14	14	12	»	»	»	»
9 —	18	»	»	»	»	14	»	»	»	12	»	»
10 —	»	»	»	»	»	»	»	12	»	»	»	»
11 —	18	16	17	15	16	14	»	12	12	12	»	9/14
12 —	18	16	16	14	12	»	»	12	12	11	»	9
13 —	18	12	16	»	»	»	»	12	12	11	12	9/10
14 —	16/18	11	16	»	»	»	»	12	13	12	12	9
15 —	17	14	16	14	»	»	»	14	14	13	12	12
16 —	18	14	16	»	»	»	»	14	14	12/13	12	12
17 —	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
18 —	12/14	14	16	15	14	»	»	»	16	13	14	10
19 —	16	12	16	16	»	»	»	»	»	13/15	14	»
20 —	15	12	16	16	»	»	»	»	18	»	»	14
21 —	14/18	14	13/16	16	12	»	»	10	16	14	14	14
22 —	18	12	10	16	12	»	»	12	14/15	13	14	13/14
23 —	18	12	16	»	»	»	»	»	14	15	»	13
24 —	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
25 —	18	14	15	14	12	14	»	Mêlé.	14	14	9	12/15
26 —	18	14	15	14	12	»	»	»	12	15	8	»
27 —	18	14/16	15	»	»	»	»	14	14	»	»	14
28 —	18	14/16	»	»	»	»	»	»	»	10	»	»
29 —	18	16	16	»	»	»	»	»	14	12	»	12
30 —	16	»	»	»	»	»	»	»	14	12	»	10/12

Dates.	Les Sables.	St-Gilles.	Ile d'Yeu.	Le Croisic.	La Turballe.	Belle-Ile.	Quiberon.	Étel.	Port-Louis.	Concarneau.	Audierne.	Douarnenez.
1er juillet............	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
2 —	16	14	16	»	»	»	»	»	16	»	»	10
3 —	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
4 —	»	»	16	»	»	»	»	»	»	»	»	14
5 —	»	16	»	»	»	»	»	»	»	»	»	14
6 —	16	16	»	»	12	»	»	»	12	10	»	8/15
7 —	17	16	16	14	»	»	»	»	»	»	10	12
8 —	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
9 —	16	16	16	»	»	»	»	»	»	»	»	10/12
10 —	16	16	16	14	14	»	»	»	»	»	»	14
11 —	18	»	»	»	»	»	»	»	»	»	12	15
12 —	18	16	16	»	»	»	»	»	»	»	12	15
13 —	16	16	16	»	»	»	»	»	»	12	»	16
14 —	»	»	»	»	12	»	»	»	»	»	»	14
15 —	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
16 —	18	16/18	15	11	12	14	15	»	»	»	»	12
17 —	18	16	16	11	»	14	»	»	»	»	»	12
18 —	18	14	»	»	»	»	»	»	»	»	12	10/12
19 —	18	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	12
20 —	18	14	16	11	12	14	14	»	12	13	10	12
21 —	18	16	16	11	12	14	8/14	12	12	12	10	12
22 —	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
23 —	»	»	»	11	12	14	»	11	»	12	10	14
24 —	24	16	»	»	»	14	»	12	9	11	10	14
25 —	16	20	16	12	12	14	»	»	12	13	»	14
26 —	16/17	16/18	16	»	»	14	14	»	12	13	10	14

27 —	16	18	»	»	»	»	»	12	12	»	»	»
28 —	»	»	»	»	»	»	»	»	12	»	»	14
29 —	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
30 —	»	»	»	»	»	»	»	»	12	13	12	12/14
31 —	»	»	»	»	»	»	»	»	12	14	12	14
1er août	»	18	16	»	»	14	14	12	12/13	13	12	14
2 —	»	»	»	11	12	14	14	14	12/13	12	12	14
3 —	18	18	»	11/12	12	14	14	15	14/15	13	»	13
4 —	18	18	»	10	»	14	»	15	15	14	12	12
5 —	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
6 —	18	18	»	11	12	14	14	15	15/16	13	12	13
7 —	18	14	»	11	»	14	14	15	10/15	15	12	13
8 —	»	»	»	11	12	14	14	15	15/16	15	12/14	13
9 —	16	16	»	»	»	14	14	15	14/15	14	10/12	13
10 —	16	16	»	12	14	14	14	15	14/15	14	8/12	13
11 —	16	14	»	11	14	14	14	15	15/16	12	3/7	13
12 —	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
13 —	14/16	14	»	12	14	14	»	15	15/16	14	12	16
14 —	14	»	»	1	12	14	14	5	14/15	13	12	»
15 —	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
16 —	14	4*	»	11	12	14	»	15	14/15	14	12	12/15
17 —	14	»	»	11	»	»	»	15	10/14	15	12	14
18 —	14	16	»	11	14	14	»	15	9/14	12	14	14
19 —	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
20 —	14	16	14	11	12	14	14	15	12/13	11	14	14
21 —	14	»	»	11	12	14	»	»	14	13	14	14
22 —	14	»	»	11	14	14	»	15	15	14	14	14
23 —	14/16	»	»	12	14	»	»	15	12/15	14	14	14

* Probablement une erreur. On rapprochera toutefois ce chiffre de la très grosse sardine de 3 au quart signalée le 11 août à Concarneau. Il est possible qu'un banc de grosses sardines presque adultes se soit montré ainsi à 5 jours d'intervalle à Concarneau et à Saint-Gilles. Nous relevons ce fait comme un exemple des renseignements qui peuvent ressortir de l'étude des tableaux du « régime » de la sardine.

Dates.	Les Sables.	St-Gilles.	Ile d'Yeu.	Le Croisic.	La Turballe.	Belle-Ile.	Qui-beron.	Étel.	Port-Louis.	Concar-neau.	Au-dierne.	Douar-nenez.
24 août	14/16	»	11	11	14	14	14	15	14/16	12	14	13/14
25 —	»	»	»	11	14	13	14	15	15/16	14	14	13
26 —	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
27 —	16	18	14	11	14	13	14	15	15/16	14	14	13
28 —	16	»	14	11	14	13	»	15	15	14	»	13
29 —	»	12	16	»	14	13	»	18	15	15	14	13
30 —	16	12	16	11	14	11/13	»	15	10/15	10	14	13
31 —	16	14	16	12	14	13	8	10/16	15	10	14	12/13
1er septembre	16	14	16	11	14	10	8/14	9/14	15/16	»	8/14	13
2 —	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
3 —	»	14	15	11	»	11	10/14	9/14	10/11	10	8/12	12
4 —	16	14	15	11	12	12	10	10	10/12	10	10/14	12
5 —	16	14	14	10	12	12	»	12/15	10/12	10	8/14	12
6 —	15	14	14	10	12	11/12	10/12	10/15	11/12	»	10	12
7 —	15	12/14	14	11	12	11	12	10/14	13/14	10	10	12
8 —	15	14	»	10	12	13	»	10/14	12/14	11	14	12
9 —	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
10 —	14	12/14	12	10	12	14	10	12/14	12/14	14	12/14	12
11 —	13	14	12	10	12	14	12	12	14	13	14	12/14
12 —	16	»	14	10	12	14	12	12/14	11	13	10/14	12
13 —	16	14	»	10	12	13	12	12/14	12	14	10/14	12
14 —	14	12	14	10	12	14	»	12	10/12	14	10/14	12
15 —	14	12	14	10	12	13	»	12	12	12	»	12
16 —	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
17 —	»	12	»	10	»	13	10	12/14	12	10	12	12
18 —	14	12	»	10	12	13	10	13	10/12	12	12	12

19 —	14	12	»	11	»	12/13	10	10/15	12	10	10/14	12
20 —	14	12	12/14	11	»	12	10	12/14	10/12	11	9/12	12
21 —	14	12	13	10	12	12	10	10/15	10/13	15	10/14	12
22 —	»	12	14	10	12	12	10	10/14	10/12	14	10/14	12
23 —	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
24 —	14/18	12	12	10	14	10	»	14	12/13	14	10/14	12
25 —	14/18	12	15	9	»	10	»	»	14	14	12	11
26 —	15	12	14	9	12	10/12	»	10/12	12/14	14	10/12	11
27 —	»	12	10	9	12	12	12	8/12	11/14	15	10/12	12
28 —	13	14	10	9	12	10/12	»	12	»	18	12	12
29 —	13	14	10	9	12	13	»	12	12/14	19	12	11
30 —	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
1er octobre	12	10/12	10	9	»	10	8	12	10/12	15	10/14	»
2 —	»	»	»	9	»	12	»	14	12/14	19	12/14	11
3 —	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	12/14	12
4 —	»	12	12	9	12	»	»	12	10/14	14	12/14	12
5 —	»	16	16	9	12	10/20	18	12	10/12	14	12	12
6 —	»	»	»	9	12	12	10	6/12	9/10	13	12/14	12
7 —	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
8 —	»	16	17	»	12	9	10	8/15	9/12	13	10/12	12
9 —	»	16	12	9	»	9	10	6/12	8/10	12	10/12	12
10 —	»	11	16	9	14	10/13	10	6/10	9/10	10/14	»	12
11 —	14	»	»	9	12	9	10	7	10/12	10	10/12	7/9
12 —	»	16	»	»	»	9	10	7	9/10	9	8/10	7
13 —	»	»	»	9	»	10/12	10	7/10	9	10	8/10	7
14 —	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
15 —	»	»	»	9	»	9/12	10	8	9/10	11	9/10	6
16 —	»	»	»	9	»	12	»	8	9/12	11	8/10	6

Dates	Les Sables.	St-Gilles.	Ile d'Yeu.	Le Croisic.	La Turballe.	Belle-Ile.	Quiberon.	Étel.	Port-Louis.	Concarneau.	Audierne.	Douarnenez.
17 octobre............	»	»	»	»	»	9/12	8	8	10	11	8/10	6
18 —	»	»	»	»	»	»	»	»	10	11	10	6
19 —	»	»	»	»	»	»	»	»	9/10	13	8/10	6
20 —	»	»	»	»	»	12	»	»	11	11	»	»
21 —	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
22 —	»	»	»	»	»	»	»	»	»	10	8/10	6
32 —	»	»	»	»	»	9	10	6	9/10	»	6/10	6
24 —	»	»	»	»	»	9	10	6	9	10	7/10	6
25 —	»	»	»	»	»	9	10	7	7/10	10	6/8	6
26 —	»	»	»	»	»	9	10	6	8/9	7	6/7	6
27 —	»	»	»	»	»	8	10	7	8/9	8	»	6
28 —	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
29 —	»	»	»	»	»	8	12	»	9	11	10	6
30 —	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	6
31 —	»	»	»	»	»	7/12	8	7	6	11	10	6
1er novembre........	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
2 —	»	»	»	»	»	7	10	7	7/8	12	6/10	6
3 —	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	7/12	6
4 —	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
5 —	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
6 —	»	»	»	»	»	7	»	12	10	»	8/10	6
7 —	»	»	»	»	»	8	»	»	10	10	7/10	6
8 —	»	»	»	»	»	»	»	12	»	»	»	»
9 —	»	»	»	»	»	»	»	»	»	9	»	6
10 —	»	»	»	»	»	»	»	»	12/14	»	7	6
11 —	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
12 —	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
13 —	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
14 —	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	7	»

d'autres indications fournies par d'autres sources, on peut vérifier que celles-là sont sensiblement exactes, aussi exactes que le permet le mode de mensuration adopté : le tant au quart. — Dans ce tableau la sardine est donc d'autant plus grosse que le chiffre qui en exprime la qualité est plus faible : sur la relation de ces chiffres au volume et à la taille de la sardine, voir *Rapport* pour 1887, p. 13.

ANNEXE C.

Des œufs et de l'ovaire de la sardine.

La grosse sardine dite aussi « coureuse » ou sardine « de dérive » est seule adulte, seule offre des organes génitaux à l'état de maturité. Son apparition en abondance sur la côte, tout au moins à Concarneau, semble précéder immédiatement l'apparition de la jeune sardine ou sardine de rogue. Elle coïncide avec la présence du maquereau et on pêche d'ordinaire les deux poissons en même temps en intercalant des filets à sardine dans la traînée des filets à maquereaux. Les pêcheurs savent fort bien que les mâles dans la sardine de dérive ont la laitance mûre dès le commencement de la saison, tandis que c'est seulement plus tard que les femelles ont les « folles » complètement gonflées et laissent échapper leurs œufs [1].

Le 29 mai au matin on apporte au Laboratoire des sardines de dérive, prises en dehors des îles Glenan ; le même jour commençait dans la baie, en deçà des Glenan, la pêche régulière de la sardine de rogue [2]. Huit sardines de dérive nous sont remises [3]. La plus grosse est conservée en raison de ses dimensions. Sur les sept autres il y a cinq femelles. En pressant légèrement l'abdomen on fait sortir avec le contenu de l'intestin, soit du liquide séminal, soit des œufs.

Ceux-ci mesurent 1 mm. 20 à 1,30 de diamètre, et sont transparents. Ils sont plus lourds que l'eau de mer et tombent au fond rapidement. Peut-être n'en est-il pas de même après la fécondation, ainsi qu'on l'a supposé [4], bien que le fait soit peu probable. En tous cas les caractères de ces œufs, que nous allons indiquer ici, permettront toujours de les bien reconnaître. Nous pouvons ajouter qu'au cours des pêches pélagiques régulièrement

1. Alors que les ovaires des femelles sont encore loin de leur maturité et que les testicules de leur côté sont encore fort réduits de volume, on peut trouver les canaux déférents blancs et gonflés de liquide séminal (sur un mâle mesurant 146 mm. de long). On constate au microscope qu'ils sont remplis de spermatozoïdes, mais inactifs. On sait d'ailleurs que la précocité de la production des spermatozoïdes relativement à la maturation des œufs est un phénomène commun chez les poissons ; et que la truite en particulier a des spermatozoïdes actifs presque une année avant que les œufs arrivent à maturité.

2. La mer était non seulement couverte, mais pleine de noctiluques aux différents états que nous avons fait connaître ailleurs. Beaucoup avaient absorbé des grains de pollen de conifères. On retrouve les mêmes grains dans l'intestin des sardines de dérive aussi bien que des sardines de rogue. Chez ces dernières on voit aussi des carapaces de crustacés.

3. Pour leurs dimensions et leurs poids, voy. ci-dessus, p. 394, n° 19.

4. Voy. Marion, *La Sardine sur les côtes de Marseille. Comptes rendus,* 22 mai 1888.

pratiquées par M. Biétrix depuis le 4 juin, c'est-à-dire au moment même où nous observions ces œufs, aucun n'a jamais été rencontré flottant sur la mer [1]. La membrane vitelline est lisse extérieurement. Elle présente à sa face profonde des côtes saillantes, courtes, entrecoupées sous divers angles et dont l'aspect général rappelle celui d'un ouvrage de vannerie. Les déchirures accidentelles qui se produisent dans les préparations, montrent que cette membrane peut se partager en deux zones, l'externe

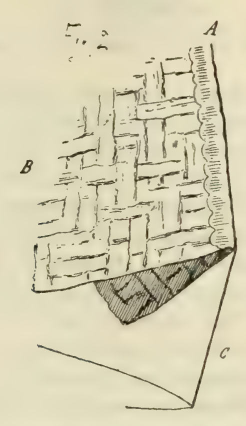


Fig. 2. — Fragment de membrane de l'œuf de sardine replié sur lui-même. A, vue en coupe B, vue de face; C, cuticule externe séparée de la couche sous-jacente.

plus mince, plus réfrangible, étendue sur l'interne comme une cuticule qu'on en peut détacher. A l'extérieur la membrane vitelline paraît ponctuée de granulations claires rapprochées.

Presque tout l'espace à l'intérieur de la membrane vitelline est occupé : 1° par une masse finement granuleuse où se trouvent toutefois mêlées aussi de très grosses granulations réfringentes; 2° par des sphères claires isolées ou tout au plus rigoureusement tangentes les unes aux autres, ne présentant par suite aucune déformation par pression réciproque [2]; 3° par une sphère unique un peu plus volumineuse, beaucoup plus réfringente et d'une couleur légèrement saumonée.

Les plus grosses sphères claires mesurent 160 à 200 μ. La sphère colorée réfringente, unique, a un diamètre très uniforme = 160 μ. Elle est com-

1. L'œuf de la sardine en particulier n'a rien de commun avec l'œuf pélagique signalé par M. Biétrix (voy. ci-dessus p. 402). Bien qu'il appartienne aussi probablement à un clupe, cet œuf plus petit que celui de la sardine mesure 880 μ de diamètre. La membrane vitelline est beaucoup plus fine et paraît avoir une constitution beaucoup plus simple que celle de la sardine. Il nous paraît de même que les œufs décrits par F. Raffaele (*Le uova gallegianti... nel golfo di Napoli* in *Mitheil. a. d. zoolog. Station zu Neapel,* mars 1888) comme œufs de Clupea pilchardus ne doivent point être rapportés à cette espèce.

2. La liqueur de Müller fait disparaître ces sphères claires.

posée d'une substance qui noircit très vite par l'acide osmique. La position de cette sphère est toujours excentrique; elle avoisine immédiatement la membrane vitelline, incluse dans la substance finement granuleuse à grosses

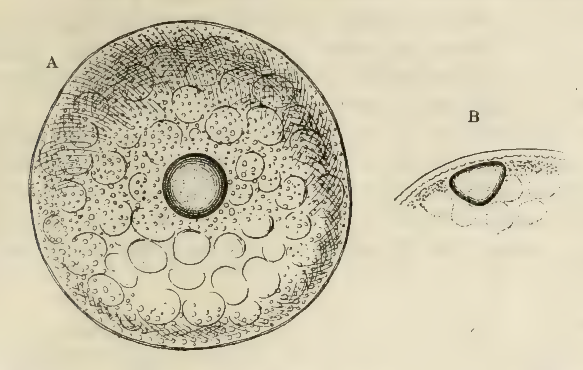


Fig. 3. — OEuf de sardine à maturité. A, vue zénithale; B, la vésicule adipeuse vue en coupe optique.

granulations éparses qui semble aussi plus particulièrement localisée à la périphérie du vitellus.

Quand l'œuf tombe librement dans l'eau, la gouttelette graisseuse maintient vers le zénith la région de l'œuf qu'elle occupe.

Après avoir étudié les œufs obtenus par pression de l'abdomen, l'animal est ouvert et laisse voir les ovaires en état de développement très avancé. Chacun ne mesure pas moins de 25 mm. de hauteur verticale au point où

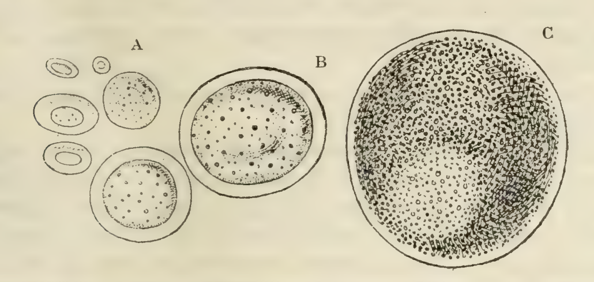


Fig. 4. — Apparence successive des ovules en développement. A, ovule de 180 μ; B, de 500 μ; C, de 740 μ.

elle est la plus grande. Ils sont extrêmement vasculaires et recouverts de troncs sanguins d'un diamètre considérable. Leur substance est transparente, laissant voir dans son épaisseur de petites arborisations courtes, blanches, opaques : ce sont des œufs non encore à maturité, au milieu des œufs arrivés à l'état où nous venons de les décrire. Ces derniers sont eux-mêmes enveloppés d'un réseau de gros capillaires. Il semble donc qu'on ne soit pas encore tout à fait à l'époque de la déhiscence, et on peut se demander si l'expulsion des œufs par légère compression de l'abdomen que nous avons

observée, n'était pas le résultat de quelque lésion, dont il semblait d'ailleurs qu'on vît la trace extérieure sur l'animal.

Le développement des œufs, tout au moins dans ses premières phases, peut être aisément suivi sur la sardine de rogue (fig. 4 et 5).

Les plus petites cellules ovulaires distinctes mesurent 23 μ. Un nucléole n'apparaît dans le noyau que quand elles ont 45 μ environ. Quand elles ont 60 μ la vésicule germinative est grande relativement au volume de la cellule; elle est transparente ainsi que le corps cellulaire.

Les œufs mesurant 80 μ (sardine longue de 117 mm.) sont encore parfaitement clairs, transparents; la vésicule ou noyau germinatif paraît limité par une membrane épaisse d'un 1/2 μ au moins et qui a l'apparence striée dans le sens perpendiculaire à sa surface [1]. Il est tantôt homogène et d'autres fois contient une dizaine de sphères ou plutôt de disques (taches

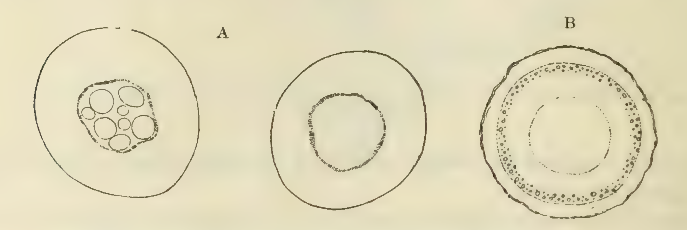


Fig. 5. — A, ovules de 80 μ plus grossis que dans la figure précédente, traités par l'acide osmique; B, ovule de 260 μ en coupe optique, pour montrer la disposition des granulations.

germinatives) refoulés vers sa surface, tandis que la membrane elle-même apparaît, au moins sur les pièces traitées par l'acide osmique, comme plissée (fig. 5, A).

Sur l'ovule de 180 μ le noyau est encore visible. Les granulations commencent à se déposer dans le vitellus.

L'ovule de 260 μ est encore transparent; les granulations ont seulement beaucoup augmenté de nombre. Le noyau, quand on peut le distinguer, mesure 140 μ; on ne voit plus de taches germinatives. L'examen en coupe optique montre que les granulations du vitellus sont répandues vers sa surface (fig. 5, B). Cet état persiste encore sur les œufs de 300 μ.

L'ovule de 480 à 500 μ est devenu opaque, semé de grosses granulations. On devine parfois au milieu un noyau volumineux. On ne distingue point encore de sphères claires.

A un état plus avancé, que peut également présenter la sardine de rogue, les œufs sont opaques, mesurant 700 à 740 μ (fig. 4, C). C'est à ce moment qu'on commence à voir ou plutôt à deviner l'existence de sphères claires au-dessous de la zone à grosses granulations réfringentes qui rendent l'œuf

1. On rapprochera cette apparence de celle offerte par la membrane vitelline d'un grand nombre de poissons (truite, etc.).

opaque. Sur certaines sardines de rogue les ovaires paraissent entièrement composés d'œufs à cet état de développement [1].

Certains faits sembleraient indiquer que le développement des ovules n'est pas toujours identique à lui-même. C'est ainsi que l'état des œufs de 300 μ de diamètre sur la sardine de rogue, avec de rares granulations, s'est offert à nous sur les ovules de 500 μ de diamètre de la sardine de dérive pleine d'œufs à maturité; de même nous n'avons pas retrouvé sur cette sardine de dérive d'œufs semblables par le volume et par l'apparence aux œufs opaques de 700 à 740 μ observés sur la sardine de rogue [2].

Il résulte de nos observations journalières (voy. p. 393 et suiv.), que l'ovaire (et le testicule), même alors que la ponte est encore éloignée, ne suivent point chez la sardine un développement corrélatif de celui de la taille. Le relevé suivant est très propre à mettre ce fait en lumière.

Sur une sardine de 140 mm. de long (pêchée le 7 juin) l'ovaire est rudimentaire, mesurant 1 cent. de long [3]. — Sur deux sardines de 145 mm. pêchées le même jour (31 mai) l'une présente des ovules dont les plus gros mesurent 300 μ et sont clairs, transparents; l'autre présente des ovules opaques mesurant 500 μ de diamètre.

Sur une sardine de 152 mm. (2 juin), l'ovaire est jaune, opaque, par conséquent avec des ovules ayant franchi la première étape de leur développement.

Sur une sardine de 162 mm. (23 juillet), l'ovaire très développé a 47 mm. de long sur 7 de large.

Sur une sardine de 180 mm. (1er juin), l'ovaire est très peu développé, complètement transparent; les plus gros ovules ont 200 μ, sans granulations.

Sur une sardine de 188 mm. (5 juin), l'ovaire est complètement transparent.

Sur une sardine de 190 mm. (9 octobre), l'ovaire est également très peu développé, transparent.

On peut donc trouver même en fin de saison (9 octobre) des sardines même longues de 190 mm. dont l'ovaire est encore rudimentaire, tandis que nous voyons au début de la saison (2 juin) d'autres individus qui n'ont pas encore acquis toute leur taille, avec l'ovaire jaune, opaque, accusant un développement beaucoup plus avancé des ovules (quoique encore loin de la maturité).

1. L'acide acétique éclaircit ces œufs et laisse voir le vitellus comme formé d'un amas de globes clairs au milieu desquels sont des globes plus foncés. Nous ne retrouvons pas le noyau dans ces œufs, pas plus d'ailleurs que dans les œufs à maturité.

2. Faut-il en conclure que ces œufs sont seuls destinés à devenir la ponte prochaine, et que par suite on ne saurait les retrouver dans l'ovaire approchant de sa maturité? Les différences que nous signalons ont peut-être leur explication dans la différence des conditions organiques où se font le développement des ovules de la première ponte et celui des pontes suivantes.

3. En 1887 six petites sardines pêchées et mesurant 12 centimètres de long nous ont offert cinq mâles et une femelle. Dans les cinq mâles le testicule y compris le canal déférent mesure 25 mm. de long. La portion antérieure qui semble représenter ici seule le testicule mesure 10 mm. de long environ et 2 ou 3 mm. de large. Chez la femelle l'organe génital est un peu plus long, plus saillant, plus épais.

On ne saurait dans l'état actuel des sciences donner aucune explication satisfaisante de cette différence de développement des organes génitaux chez des animaux de même taille et pêchés en même temps, c'est-à-dire paraissant faire partie des mêmes bancs, et qu'on doit supposer avoir passé par les mêmes déplacements au sein de l'Océan. Aucune influence de parasitisme ne semble entrer ici en jeu. L'hypothèse d'une différence dans l'alimentation serait bien hasardée quand il s'agit d'animaux vivant librement dans la mer. Il faut sans doute se borner pour le présent à enregistrer les faits sans chercher à les expliquer dans la profonde ignorance où nous sommes du *devenir* des espèces pélagiques comme la sardine.

Les testicules peuvent d'ailleurs offrir les mêmes différences de développement que les ovaires. Deux sardines mâles de même taille, 135 mm. environ, provenant de la même pêche (1er juin 1888) présenteront des testicules qui n'ont ni le même volume ni la même couleur. Les testicules de l'un, plus jaunâtres, plus opaques, sont deux fois plus larges que les testicules de l'autre, ce qui fait une différence cubique considérable. Une autre sardine pêchée le même jour et mesurant 145 mm. a les testicules dans l'état de celui des deux mâles de 135 mm. qui les avait le moins developpés.

ANNEXE D.

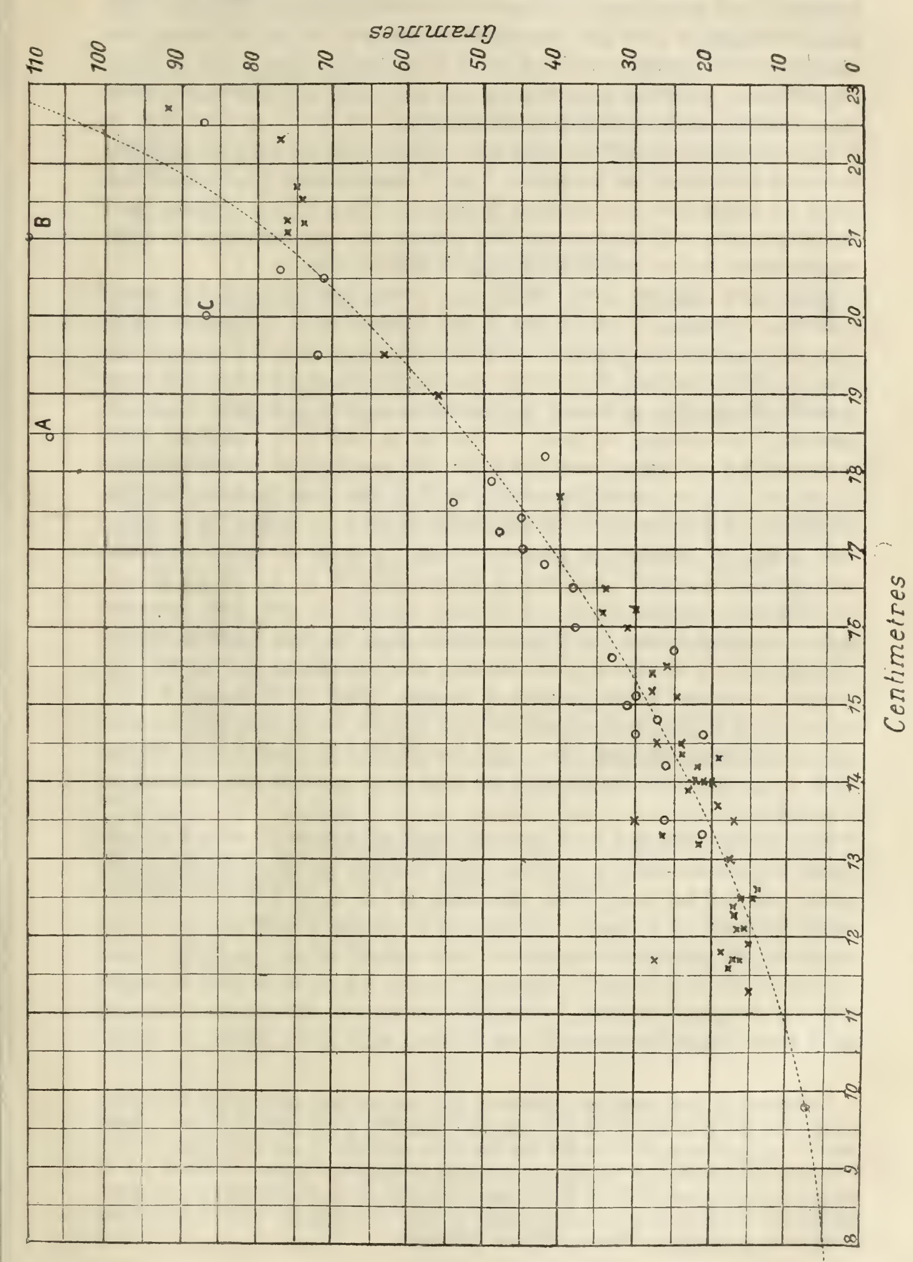
De la croissance et de l'age de la sardine.

Nous ignorons où fraye la sardine et nous ne connaissons rien de ses premiers développements. Les plus petites que voient les pêcheurs, même alors qu'ils doivent renoncer à les capturer en raison de leur faible taille, sont certainement âgées déjà de plusieurs mois. — Comme d'autre part on n'est jamais certain de suivre plusieurs jours de suite le même banc de poisson, on en est réduit, en ce qui concerne le développement de la sardine, à des vues purement conjecturales [1].

Une question connexe de celle du développement d'un animal est celle du rapport de sa taille et de son poids. En ce qui concerne la sardine, nous avons pu l'établir assez rigoureusement par une série de mesures et de pesées sur des sardines mesurant d'une part de 98 à 227 mm. de long et pesant d'autre part de 7 à 110 grammes. — Le graphique ci-contre résume à la fois nos observations de cette année et les indications relevées sur le tableau publié dans notre *Rapport pour 1887*, Annexe E. Il a été construit en prenant les longueurs sur la ligne des abscisses et les poids pour ordonnées. La moyenne graphique qu'on peut tirer de ce tableau est très nettement parabolique. Nous avons marqué par un signe spécial (°) les

1. Au point de vue scientifique absolu il est évident qu'aucun calcul en dehors de l'observation régulièrement suivie des mêmes individus ne peut nous renseigner exactement sur la croissance d'une espèce animale, l'accroissement soit en poids soit en longueur de celle-ci pouvant décrire les courbes les plus irrégulières.

observations de 1887, qui n'ont peut-être pas été prises avec la même précision que les mesures de poids et de longueur relevées au cours de la saison de 1888.



Courbe de la croissance de la sardine — (°) Observations de 1887; (*) observations de 1888.

Si l'on s'en tient à ces dernières, on voit que tout au moins pour une période avancée de sa croissance, depuis l'époque où elle mesure 130 mm. jusqu'à l'état complètement adulte, la sardine augmente en poids assez sensiblement de 1 gramme par millimètre d'accroissement en longueur. Cette règle évidemment n'est pas applicable au début de la vie de l'animal. On n'oubliera pas qu'immédiatement après l'éclosion les clupes ont en général une forme beaucoup plus allongée que plus tard, et il n'est pas douteux que la sardine présente la même particularité.

Les indications de 1887, si elles sont exactes pour les trois cas marqués sur notre graphique par les lettres A, B, C, montreraient que la sardine à partir du moment où elle a atteint la taille de 170 mm. peut prendre (sans doute en raison du développement des ovaires) des accroissements de poids considérables qui ne sont plus en rapport avec sa taille.

Dans notre *Rapport pour 1887* nous avons fait connaître les seules inductions permises pour arriver à une détermination approximative de l'âge de la sardine de rogue et du temps que l'espèce met à acquérir son complet développement. On pouvait toutefois se demander s'il ne serait pas possible de calculer au moins approximativement sa croissance d'après la dimension du poisson en certains lieux de la côte où il *paraîtrait* s'être maintenu, où les bancs *paraîtraient* n'avoir pas subi de renouvellement. Le fait ou tout au moins l'*apparence du fait* que nous signalons est très fréquente. Le poisson pêché grossit généralement du milieu de la saison vers la fin, les pêcheurs le savent très bien. Il suffit du reste, pour s'en convaincre, d'examiner aussi bien le tableau général du régime du poisson en 1888 (voy. ANNEXE B) que les tableaux particuliers des usines Ouizille (voy. ci-dessous ANNEXE D); il suffit, disons-nous, de jeter les yeux sur ces tableaux pour y découvrir généralement une augmentation régulière du volume du poisson pêché pendant la seconde moitié de la saison. Il y a à coup sûr de nombreuses exceptions (par arrivée de poisson plus petit ou subitement beaucoup plus gros), mais l'impression générale qui se dégage de la comparaison de ces tableaux est trop nette pour ne pas traduire un fait réel [1].

Il semblerait dès lors qu'il suffît de rapporter soit le poids soit la longueur du poisson pêché aux temps pour avoir la loi de sa croissance au moins pendant les mois d'été. Mais soit que la seule indication sur laquelle on peut ici se baser, c'est-à-dire la mesure industrielle du « tant au quart », se prête mal à ces calculs, soit — ce qui est plus probable — que le poisson, même alors qu'il semble ainsi croître sur place, subisse en réalité des déplacements constants, la comparaison de son accroissement mesuré de la sorte donne des résultats trop inégaux pour qu'on puisse les consi-

1. Peut-être le phénomène se présente-t-il plus fréquemment dans la baie de Douarnenez que sur le reste de la côte. On peut admettre que le poisson, après y avoir pénétré, y reste plus qu'il ne fait sur les côtes ouvertes. Il est loin toutefois d'en être ainsi chaque année et on peut dans la baie de Douarnenez aussi bien que sur le reste de la côte constater les déplacements du poisson (se traduisant par les chargements de moule des filets) les plus rapides, nous ne disons pas les plus inattendus puisque les pêcheurs s'y tiennent toujours préparés.

dérer comme certains [1]. On constate en effet de très grands écarts, tandis que la croissance d'une espèce pélagique comme la sardine doit, semble-t-il, être assez sensiblement uniforme pour tous les individus, si l'on admet qu'ils ont habité des eaux d'une température uniforme elle-même, leur laissant par conséquent la même activité de vie. L'abondance des proies microscopiques et variées dont l'espèce fait sa nourriture doit être considérée comme restant toujours sensiblement suffisante, de sorte qu'il ne doit jamais se produire, pour cette espèce, de jeûne susceptible d'entraver sa croissance.

ANNEXE E.

La sardina pseudohispanica.

Il nous a paru intéressant de reproduire sur ce poisson les renseignements suivants qui pourront être de quelque utilité à nos industriels :

« On ne pêche pas la sardine dans les environs de Puerto-Cabello; le fond des côtes est trop pierreux et détruit tous les engins de pêche. Les pêcheurs de profession sont forcés d'en prendre quelques-unes, qu'ils em-

1. En 1884 on a pu constater un accroissement très régulier aux Sables où le poisson passe de 16 à 11 au quart (27 juillet-20 octobre).

Sur le tableau général du régime de la sardine en 1888 on peut noter les indications suivantes :

Douarnenez...	La sardine croît	de 15 à 9	au quart	(15 août-10 oct.).
Belle-Isle.....	—	de 15 à 8	—	(10 sept.-30 nov.).
Le Croisic....	—	de 12 à 9	—	(15 août-15 oct.).

Sur les tableaux que nous donnons plus loin (Annexe E) résumant les opérations des usines Ouizille on peut relever des apparences d'accroissement régulier pour les localités et les années suivantes :

Quiberon 1884.....	de 12 à 6	au quart	(15 juin-21 septembre).
Kernevel 1869......	de 12 à 7	—	(24 juillet-22 novembre).
Kernevel 1877......	de 13 à 9	—	(1er juillet-26 septembre).
Kernevel 1868......	de 12 à 9	—	(25 juillet-21 septembre).

En partant de ces données et en calculant l'accroissement de la sardine d'après le rapport que nous avons indiqué entre la mesure usuelle du tant au quart et le poids du poisson et finalement sa taille déduite de celui-ci, on arrive à des chiffres fort peu concordants, comme le montre le tableau cité plus haut.

Douarnenez 1888........	16,6gr à 27gr = 11gr	125mm à 148mm = 23mm	en 56 jours.
Belle-Isle 1888..........	16,6gr à 30gr = 14gr	125mm à 150mm = 25mm	en 81 jours.
Le Croisic 1888.........	20gr à 27gr = 7gr	140mm à 145mm = 5mm	en 61 jours.
Quiberon 1888..........	22gr à 40gr = 18gr	130mm à 177mm = 47mm	en 98 jours.
Kernevel 1869..........	20gr à 34gr = 14gr	140mm à 165mm = 25mm	en 121 jours.
Kernevel 1877..........	18gr50 à 27gr7 = 9gr2	137mm à 163mm = 26mm	en 88 jours.
Kernevel 1868..........	20gr à 27gr7 = 7gr7	140mm à 155mm = 15mm	en 58 jours.
Kernevel 1868..........	17gr à 27gr = 10gr	127mm à 153mm = 26mm	en 135 jours.

ploient comme amorce, et cela avec beaucoup de difficulté, quoique la sardine abonde en tout temps. L'espèce la plus connue est celle qu'on appelle *machuelas*, de 3 à 4 pouces de longueur et même un peu plus (la taille ne varie pas beaucoup); elles sont couvertes d'une écaille très fine, couleur verdâtre; elles sont toujours par grands bancs et n'ont pas d'époque fixe pour les arrivages. Les pêcheurs que j'ai consultés prétendent qu'on peut en trouver toujours en abondance, même dans le port, mais les difficultés du fond même de la baie empêchent d'en profiter.

« Il y a quelques années, on voyait arriver en grande quantité une espèce de sardines blanches, écailles ordinaires, de 4 à 5 pouces; mais elles ont disparu complètement : elles venaient de l'ouest en se dirigeant vers l'est. » (Renseignements fournis par M. Segrestaa, agent consulaire de France à Puerto-Cabello.)

ANNEXE F.

Variations des dimensions de la sardine de rogue depuis 1864.

Nous donnons ci-contre le tableau des grosseurs de la sardine pour plusieurs points de la côte depuis 1864 jusqu'à 1887, dressé d'après les documents très complets qu'a bien voulu nous communiquer M. Ouizille. Nous rappellerons que Kernevel est une localité située dans la commune de Plomeur, à 4 kil. de Lorient. Courégan et Brigneau sont sur la côte entre Lorient et Concarneau [1]. Tréboul est dans le Finistère à 1 kil. de Douarnenez.

Les grosseurs dans les tableaux suivants sont indiquées par moyenne de semaine.

Ces tableaux ne sont relatifs qu'à l'exploitation d'un petit nombre d'usines, mais celles-ci ont d'abord l'avantage d'être répandues sur toute la côte. Il ne faut pas oublier non plus que le fabricant n'est pas maître de choisir le poisson qu'il manutentionne, et qu'*en général* le poisson pêché est du même moule en chaque point de la côte; il n'est que très rarement mêlé, laissant au pêcheur la latitude de prendre telle ou telle sorte selon le moule du filet employé. Les documents suivants, quoique relatifs à quatre ou cinq usines seulement, ont donc en somme une valeur absolue comme renseignement sur le volume du poisson pour les points de la côte correspondants pendant une période de vingt-cinq ans.

La mesure employée est le tant au quart et, pour exprimer les moyennes, tantôt on a procédé en chiffrant par décimales, tantôt à partir de l'année 1877 en exprimant par deux chiffres les grosseurs entre lesquelles le poisson a oscillé. — Nous ferons suivre, quand l'occasion se présentera, ces tableaux de remarques destinées à rappeler certains faits généraux indiqués par nous et dont la confirmation est donnée par ces tableaux, mais surtout à montrer le parti qu'on peut tirer de tels documents pour l'histoire de la sardine.

1. L'embouchure de la rivière de Lorient, Courégan, Brigneau et l'embouchure de la rivière de Pont-Aven représentent quatre points à peu près équidistants.

1864

		Kernével.	Concarneau.	Tréboul.
28	mai	9,3	8	»
4	juin	9,8	7,9	»
11	—	9,5	8,6	»
18	—	9,1	8,5	»
25	—	8,3	7,5	»
1er	juillet	8	7,4	»
9	—	7,6	7	»
16	—	8,5	7,5	»
17	—	»	»	7,4
23	—	»	7,2	»
24	—	7	»	6,2
31	—	6,5	6,5	6,1
6	août	6,4	6,3	5,7
14	—	5,4	6,3	5,8
21	—	5,9	6	5,3
28	—	4,8	5,8	5,2
3	septembre	6	5,9	5,2
10	—	6,4	5,9	5,3
17	—	5,8	5,5	5,2
25	—	5,9	5,6	6,2
1er	octobre	6,7	5,7	6,1
8	—	»	»	5,8
15	—	5,2	5,6	6,7
22	—	5	»	8,3
29	—	5,2	»	5,7
4	novembre	»	5,4	»
7	—	»	»	5,4

Cette année, ainsi que plusieurs qui suivent, ne présente aucune trace de la diminution de volume qu'offre communément la sardine en juillet par suite de l'apparition de ce qu'on pourrait appeler la « sardine de juillet ». La sardine en 1864 paraît croître régulièrement sur place devant Kernével et Concarneau.

1865

11	juin	»	6,3	»
18	—	9,1	8,2	»
24	—	9	»	»
25	—	»	8,1	»
30	—	7,1	8	»
1er	juillet	»	»	7
8	—	7,5	»	»
9	—	»	8,3	6,2
15	—	7,8	»	»
16	—	»	8,1	6
23	—	8,9	8,5	7
30	—	9,9	9,5	7,6
6	août	8,5	9,3	6,8

	Kernével.	Concarneau.	Tréboul.
13 août	8,6	10,1	7
20 —	9	9,3	7,8
27 —	8,5	9,2	7,2
2 septembre	8,3	8,7	7
7 —	»	»	6,5
9 —	7,7	8,2	»
16 —	8,1	»	6,3
23 —	7,4	7,6	6
30 —	7	7,1	5,8
7 octobre	7,2	7,2	5,8
15 —	6	6,9	5,6
22 —	6,6	7,4	5,9
29 —	»	»	6,2

1866

2 juin	8,5	»	»
9 —	10	»	»
10 —	»	8,3	»
16 —	11,5	»	»
17 —	»	»	6,5
23 —	13	10,2	7,6
30 —	16	12,5	9,3
8 juillet	12,5	12	10,5
15 —	13,6	13,7	10
22 —	13,5	12,4	11,2
29 —	13,3	13	10,8
4 août	13,1	15,5	11,7
11 —	12,6	14	12
18 —	13	12,7	11,2
25 —	14	13,7	12
2 septembre	13,6	13,8	11,7
8 —	12	11,1	11
15 —	14	12	11,2
22 —	12	12	11,2
29 —	11,6	12,1	11
7 octobre	12	12,1	10
14 —	11	10	10
21 —	10,6	11	10
29 —	9,1	10,2	8,5
4 novembre	8	9,5	9,2
10 —	8,5	8,5	8,8

1867

3 juin	9,5	»	»
8 —	12	»	»
15 —	10,2	10	»
22 —	9,3	9	»
29 —	11,2	10	8

		Kernével.	Concarneau.	Tréboul.
6	juillet	10,2	10	9
13	—	11	»	9,2
14	—	»	10	»
20	—	11	9,5	9,5
27	—	10	10	8
3	août	10,6	10	9,5
10	—	11,5	9,6	9,2
17	—	10,6	10,5	8,8
24	—	10,7	9,5	8,3
31	—	10,6	9,1	7,7
8	septembre	9,4	9	7
15	—	9	9	6,8
22	—	9	8,5	6,7
29	—	9,6	8,4	7
5	octobre	11,1	»	»
6	—	»	8	7,2
13	—	»	7,5	6,4
20	—	»	6	6,2
27	—	»	»	6,1
29	—	»	6,2	»

1868

31	mai	11	10	»
7	juin	12	10	»
14	—	12	9	»
21	—	11	9,5	»
28	—	12,6	8,6	8,3
5	juillet	9	9,6	8,5
12	—	10	9	8
18	—	10,5	10	8,3
26	—	11,6	10,8	9
2	août	12	11,4	9,4
9	—	11,4	10,5	9,4
15	—	11,5	9,5	9
22	—	11	10	8,6
29	—	10,3	9,7	8
6	septembre	9,8	10,5	8,5
12	—	10	»	8,2
13	—	»	9,5	»
20	—	8,6	8,6	8
29	—	9,3	9	7,4
4	octobre	»	8,8	7,7
11	—	»	9,2	9,2
18	—	»	8,8	8
26	—	»	8,4	7,5
7	novembre	»	»	7,7

1869

		Kernével.	Brigneau.	Concarneau.
31	mai	11	»	9,5
5	juin	12,7	»	10,2
12	—	13,7	»	12,4
13	—	»	12,1	»
19	—	12,3	»	11
20	—	»	12	»
26	—	11	»	»
27	—	»	12	11,4
4	juillet	12,1	11,5	10
11	—	»	»	11
12	—	12,3	12,4	»
17	—	13	12,5	11,7
24	—	12	11,2	11,8
31	—	11	11,5	11
7	août	10,5	10	10
14	—	10	9,5	9,1
21	—	9,5	9,5	»
22	—	»	»	9
28	—	8,9	9,2	»
29	—	»	»	8,5
4	septembre	9,2	8,7	8,3
12	—	9	»	7,8
19	—	9	9	7
26	—	8,2	8,4	7
2	octobre	7,9	8	7,1
9	—	8,4	9,8	7
16	—	8	»	7,4
17	—	»	8	»
23	—	7,1	»	6,8
24	—	»	6,3	»
30	—	6,7	»	6,7
8	novembre	»	»	7,1
12	—	»	8	»
14	—	»	»	6,1

1870

		Kernével.	Brigneau.	Concarneau.
26	juin	7,4	7	6,3
9	juillet	7	»	»
10	—	»	»	9,6
16	—	9	9,4	9,4
23	—	9,5	10	9
30	—	8,1	»	8,3
31	—	»	7	»
6	août	9	10	8
13	—	8,1	»	8
14	—	»	9	»
20	—	8,5	»	7

	Kernével.	Brigneau.	Concarneau.
21 septembre	»	8	»
27 —	8	»	7
28 —	»	9	»
4 —	8	10	»
5 —	»	»	9
10 —	7,4	»	»
18 —	7	8	»
25 —	»	6	»
26 —	»	»	6
27 —	7	»	»
2 octobre	7	6	6
10 —	»	»	5
17 —	8	»	5
22 —	7	»	»
6 novembre	»	7	»
20 —	»	»	4,4
10 décembre	»	»	4,2

1871

	Quiberon.		Courégan.		
30 juin	6	5,5	5	5,5	5
9 juillet	7,6	»	9,5	7,3	»
10 —	»	7,6	»	»	6
15 —	»	8	»	»	»
16 —	8	»	8,5	7	7
22 —	»	8	»	»	»
23 —	9	»	9	8	7
28 —	»	8,9	»	»	»
5 août	»	7,5	»	7,5	6,5
6 —	»	»	8	»	»
12 —	»	9,5	»	»	»
13 —	8	»	8	7,1	6,4
19 —	6	6,5	»	6,5	6
26 —	7	8	6	»	7
2 septembre	»	7,5	»	»	»
3 —	11	»	8	7	»
9 —	»	6	»	»	»
10 —	5,2	»	»	»	6,2
17 —	6	7,5	7,5	7	8,5
24 —	5	»	5,5	5	5
25 —	»	5	»	»	»
1er octobre	»	»	»	5,5	»
7 —	»	5	»	»	»
8 —	»	»	5,5	»	»
15 —	»	»	5,2	»	»
22 —	»	»	6,4	6	5,3
28 —	»	5,5	»	»	9
29 —	»	»	7	8	»
4 novembre	»	7,3	7	9	»
11 —	»	6,5	»	4,5	»

1872

		Quiberon.	Kernével.	Courégan.	Brigneau.	Concarneau.	Douarnenez.
22	juin	8	6,5	5,5	5,7	5,5	»
29	—	»	7,3	»	6	5,5	»
6	juillet	»	7	»	»	»	»
7	—	8	»	5,7	6,5	5,5	»
13	—	7,4	6,2	»	»	»	»
14	—	»	»	5,8	»	5,9	»
20	—	»	6	»	»	5,8	»
21	—	6	»	5,7	6	»	»
27	—	»	5,8	»	»	»	»
28	—	»	»	5	5,8	5	»
31	—	6,4	»	»	»	»	»
2	août	6	»	»	»	»	»
3	—	»	5,4	»	»	»	»
4	—	»	»	5,5	5,9	4,9	»
10	—	»	6	»	»	»	»
11	—	»	»	4,8	»	5	»
17	—	»	»	»	»	7,5	4,4
18	—	6,8	»	6	6	5	»
24	—	»	9	»	»	5	»
25	—	6	»	6,5	6	»	»
30	—	»	»	»	»	»	4,5
31	—	5,8	5	12	5	4,8	»
7	septembre	10	7,8	»	»	»	»
8	—	»	»	5	»	4,7	»
14	—	»	5,5	»	»	»	»
15	—	7	»	10	5,5	5	»
21	—	»	5,7	»	»	»	»
22	—	8	»	»	5	7	»
28	—	12	9	»	»	»	»
29	—	»	»	9	»	9	»
5	octobre	11	5	»	»	»	»
6	—	»	»	10	5	8	»
12	—	»	6	»	»	»	»
13	—	9	»	9	»	6	»
16	—	9	»	»	»	»	»
19	—	»	4,5	»	»	»	»
20	—	»	»	»	8,7	5	»
27	—	5	4	5	»	6	»
3	novembre	»	»	»	7,5	»	»
5	—	»	»	»	»	5	»
9	—	»	5	»	»	»	»
10	—	»	»	»	»	4	»
17	—	4	»	»	»	»	»

1873

		Quiberon.	Kernével.	Courégan.	Brigneau.	Concarneau.	Douarnenez.
7	juin	»	7,7		»	»	»
9	—	7,8	»		»	»	»
13	—	»	8		»	»	»

		Quiberon.	Kernével.	Brigneau.	Concarneau.	Douarnenez.
14	juin	»	»	7	»	»
15	—	»	»	»	6	»
16	—	7,4	»	»	»	»
20	—	»	8	»	»	»
22	—	»	»	»	6	»
23	—	8	»	8	»	»
29	—	7	»	»	6,4	»
30	—	»	8,7	8	»	»
5	juillet	11	9	»	»	»
6	—	»	»	8	6,6	6
12	—	»	10,5	»	»	»
13	—	11	»	9	»	7
14	—	»	»	»	8	»
19	—	»	13	»	»	»
20	—	16	»	11	8	9
26	—	»	12,5	»	»	»
27	—	11	»	12	10	8
2	août	»	8	»	»	»
3	—	12	»	11,5	10	10
9	—	»	8	»	»	»
10	—	9	»	10	9	9
16	—	»	9	»	»	»
17	—	»	»	9	9	9
18	—	9	»	»	»	»
23	—	»	9	»	»	»
24	—	9	»	9	8	8
30	—	9	9	»	»	»
31	—	»	»	»	»	7
6	septembre	9	7	»	»	»
7	—	»	»	6	12	6
12	—	8	»	»	»	»
13	—	»	8	»	»	»
14	—	»	»	»	13	8
20	—	»	8	»	»	»
21	—	9	»	»	»	7
27	—	»	7	»	»	»
28	—	»	»	9	8	6
29	—	6,5	»	»	»	»
4	octobre	»	7,5	»	»	»
5	—	8	»	»	7	6
6	—	»	»	7	»	»
11	—	»	7	»	»	»
12	—	7	»	7	7	6
18	—	»	7	»	»	»
19	—	8	»	6	6	6
25	—	»	7	»	»	»
26	—	»	»	»	»	6
2	novembre	»	»	»	»	6
9	—	»	»	»	»	6
23	—	»	»	»	»	4

On peut suivre dans cette année l'apparition du poisson plus petit que nous désignons sous le nom de « poisson de juillet », se faisant successivement de Quiberon (5 juillet) à Concarneau (27 juillet) et jusque dans la baie de Douarnenez, où il entre le 3 août. Mais on notera de plus une autre apparition de poisson de même taille ou même plus petit dans la baie de Concarneau du 7 au 14 septembre.

1874

		Quiberon.	Kernével.	Brigneau.	Concarneau.	Douarnenez.
30	mai	»	7,5	»	»	»
13	juin	7	8	»	»	»
20	—	»	»	»	7	»
21	—	»	7	»	»	»
22	—	6,5	»	»	»	»
27	—	»	»	»	6	»
28	—	7	7	»	»	»
4	juillet	8	7	»	»	»
5	—	»	»	6	5,5	»
11	—	»	»	»	»	7
12	—	9	9	8	7	»
18	—	»	10,5	»	»	7
19	—	10	»	9	8	»
26	—	10	11,5	10	8	»
1er	août	»	»	»	7,5	»
2	—	»	10	9,5	»	»
3	—	11	»	»	»	7
8	—	10	10	»	»	7
9	—	»	»	10	8	»
14	—	»	11	»	»	7
15	—	10	»	»	8	»
22	—	»	9	»	8	7
23	—	9,6	»	8	»	»
29	—	»	9	»	»	7
30	—	8	»	8	9	»
5	septembre	»	»	»	»	7
6	—	9	»	»	»	»
12	—	»	7	»	8	7
13	—	7	»	7	»	»
19	—	»	6,5	6	»	7
20	—	7	»	»	6,5	»
26	—	7	»	»	»	6,9
27	—	7	»	»	6	»
1er	octobre	»	»	»	»	6,7
3	—	7	»	»	»	»
4	—	»	»	7	»	»
12	—	7	6	»	»	6
17	—	»	6	»	»	»
18	—	»	»	10	»	6
25	—	»	»	11	6,7	»
31	—	»	6	»	6	6

	Quiberon.	Kernével.	Brigneau.	Concarneau.	Douarnenez.
7 novembre	»	»	»	»	7
14 —	»	»	»	»	7
21 —	»	»	»	»	7
28 —	»	»	»	»	7

Dans cette année le « poisson de juillet » fait son apparition aux environs de Quiberon du 18 juillet au 15 août, mais ne s'étend pas jusqu'à Concarneau. Dans la baie de Douarnenez le poisson reste remarquablement uniforme; on peut admettre que les bancs n'ont subi là aucun renouvellement: nous y voyons depuis juillet jusqu'à la fin d'octobre un de ces accroissements progressifs et lents du chiffre du tant au quart, qu'on pourrait prendre pour l'expression de la croissance du poisson.

1875

29 mai	»	7,4	»	»	»
5 juin	»	7,3	»	»	»
7 —	»	»	11	6,3	»
12 —	»	10	»	7,4	»
19 —	»	9,6	»	8	»
20 —	»	»	8,6	»	6,6
26 —	»	10	»	8,8	»
27 —	»	»	10	»	7
3 juillet	11	11	10	9	7,9
10 —	10	11	10	8,5	8
17 —	»	9	»	8	»
18 —	11	»	8,5	»	7,8
24 —	»	9,5	»	8,4	»
25 —	9,5	»	9,5	»	7
31 —	10	10	9,6	8	6,1
8 août	10	9,5	9	8	7,4
15 —	10	8,5	8	8	7,5
22 —	7,5	9	9	7,5	7,5
29 —	7,8	8,5	7,6	7	7,5
6 septembre	7,2	9	8	7,1	7,5
12 —	7	8,5	7	7	7
18 —	»	7	»	»	»
19 —	7,2	»	7,5	6,3	7,5
26 —	7	7,5	7,3	6,5	7
2 octobre	»	7,5	»	6,3	»
4 —	»	»	»	»	7
5 —	7	»	»	»	»
9 —	»	7	»	»	»
10 —	»	»	7	6	»
11 —	»	»	»	»	7
17 —	»	»	»	6	»
18 —	»	»	»	»	6,5
20 —	7	»	7	»	»
25 —	»	»	»	»	6,5

1876

		Quiberon.	Kernével.	Brigneau.	Concarneau.	Douarnenez.
10	juin	»	»	»	6,8	»
18	—	»	»	»	6,8	»
19	—	8,5	»	»	»	»
24	—	»	9	»	»	»
25	—	»	»	9,5	»	»
26	—	10,5	»	»	8	[illegible]
2	juillet	»	11,5	11	10,5	[illegible]
3	—	13	»	»	»	11
9	—	11	10	10,5	9,6	10,6
16	—	13,3	12,3	»	10	»
17	—	»	»	11,6	»	10
23	—	12,5	12	13,5	11	8,4
30	—	12,3	11,3	11	9	10
5	août	12	10,5	10	9,3	9
12	—	12	11,5	12	10	9
21	—	10	10,2	11	10,5	9
28	—	»	9,5	9,7	8,5	9
29	—	10	»	»	»	»
4	septembre	9	8	»	»	7
11	—	10	8,5	»	»	8
16	—	»	»	»	8	»
17	—	9	»	8,8	»	»
18	—	»	8,5	»	»	7
23	—	»	8	9	8	7,6
25	—	8	»	»	»	»
31	—	9	9	8,5	8	8
2	octobre	»	8,5	10	8	7,5
15	—	8,2	9	9	»	7,5
16	—	»	»	»	9	»
22	—	»	9	9	»	7,8
29	—	»	11	9	8	7
5	novembre	»	»	»	8	7,5
12	—	»	»	»	»	7,8
18	—	»	»	»	»	6,5

L'apparition de la « sardine de juillet » est encore très sensible en cette année.

1877[1]

11	juin	»	11	»	»	»
17	—	12	11,5	12	11	»
24	—	13	»	12,7	12	»
25	—	»	12	»	»	»
1er	juillet	14	13	12	11	»
7	—	»	13	»	»	»
8	—	13	»	12	11	»

1. Voy. pour les tableaux suivants le dernier alinéa de la p. 426.

		Quiberon.	Kernével.	Brigneau.	Concarneau.	Douarnenez.
9	juillet	»	»	»	»	11,5
14	—	12	»	»	»	10,5
15	—	»	12	11,5	11	»
22	—	11	11/12	12	11/12	»
24	—	»	»	»	»	10
28	—	»	11/12	»	»	»
29	—	11/12	»	12	11	»
30	—	»	»	»	»	10
4	août	»	11,4	»	»	»
5	—	11/12	»	12	11,5	»
6	—	»	»	»	»	10/11
11	—	»	10/11	»	»	»
12	—	»	»	11	10	»
13	—	10/11	»	»	»	10/11
18	—	»	10/11	»	»	»
19	—	10/11	»	10/11	10	»
20	—	»	»	»	»	9/10
25	—	»	»	»	»	9/10
26	—	10/11	10/11	9/10	»	»
1er	septembre	»	9	11/12	»	»
2	—	10/11	»	»	8	9/10
3	—	»	»	»	»	»
8	—	»	»	»	»	9
9	—	8/9	10	»	7	»
16	—	9/10	9	8/9	7	»
17	—	»	»	»	»	9/10
23	—	7	12	8	7	»
24	—	»	»	»	»	8/9
30	—	8/9	7/8	7/8	7/8	7
7	octobre	7/8	10	7/8	8	8/9
13	—	»	»	7,5	»	»
14	—	9	»	»	8	»
15	—	»	»	»	»	8/9
21	—	9	»	»	»	»
22	—	»	»	»	»	7
29	—	»	»	»	»	6,5
5	novembre	»	»	»	»	8
10	—	»	»	»	»	7,9

Cette année est une de celles où il semble qu'on puisse le mieux suivre d'une manière générale un accroissement de volume du poisson, qu'il paraît tout d'abord logique de rapporter aux mêmes bancs séjournant dans les eaux territoriales et y subissant leur croissance normale.

1878

8	juin	»	11,4	»	»	»
9	—	»	»	10,5	9	»
16	—	»	11	11,5	8	»
22	—	»	14/15	»	»	»

		Quiberon.	Kernével.	Brigneau.	Concarneau.	Douarnenez.
23	juin	13	»	12/13	10	»
30	—	15	16/17	14	13	»
6	juillet	13	14/15	»	11/12	»
7	—	»	»	12/13	»	»
14	—	17	16	14/15	12/13	»
20	—	»	»	»	14	»
21	—	16/17	»	15	»	»
22	—	»	16	»	»	8/9
28	—	14	13	14	13	»
29	—	»	»	»	»	9/10
3	août	»	13	»	»	»
4	—	14	»	13/5	10	»
5	—	»	»	»	»	10/11
11	—	13	12	13/14	12/13	12/13
17	—	»	13/14	»	»	»
18	—	13/14	»	»	12	»
19	—	»	»	»	»	12/14
24	—	»	14	»	»	»
25	—	12	»	13/14	12	»
26	—	»	»	»	»	12/13
31	—	»	13	»	9,9	12/13
1er	septembre	13,2	»	14	»	»
7	—	»	14	»	»	»
8	—	13,5	»	11/12	11/12	»
9	—	»	»	»	»	11/12
14	—	12/13	13/14	»	»	»
15	—	»	»	12	10/11	»
16	—	»	»	»	»	11.12
22	—	11/12	12/13	11	9/10	10/11
28	—	»	11/12	11/12	»	»
29	—	12	»	»	9/10	»
30	—	»	»	»	»	8/9
5	octobre	»	12/13	»	»	»
6	—	14	»	10/11	9/10	»
7	—	»	»	»	»	9/10
13	—	»	9/10	»	»	»
14	—	»	»	»	»	10
20	—	9/10	9/10	9/10	8/9	8/9
26	—	8	»	»	»	11/13
27	—	»	10	10	9	»
3	novembre	»	10	»	»	»
4	—	»	»	»	»	9
10	—	»	9	»	10/5	12

L'année est remarquable par la petitesse du poisson pêché. On peut également ici suivre d'une manière générale sur la côte un accroissement de taille se faisant lentement. On remarquera que même au milieu de ce poisson très petit on retrouve la trace du « poisson de juillet » de 16 à 17 au quart, se montrant du côté de Quiberon du 30 juin au 22 juillet.

1879

		Quiberon.	Kernével.	Brigneau.	Concarneau.	Douarnenez.
15	juin	»	11	10/11	10/11	»
22	—	11	10/11	10/11	10/11	»
23	—	»	»	»	»	8/9
29	—	13/14	11	11/12	11/12	»
30	—	»	»	»	»	7/8
5	juillet	»	13	»	»	»
6	—	13/14	»	12/13	10/11	10
13	—	11/12	12/13	12/13	12/13	»
14	—	»	»	»	»	10/11
19	—	»	12/13	»	»	»
20	—	13/14	»	11/12	12/13	»
22	—	»	»	»	»	11/12
26	—	»	13/14	»	»	»
27	—	»	»	12	14/15	»
28	—	12/13	»	»	»	10/11
2	août	»	13/14	»	»	»
3	—	14/15	»	13/14	15	»
4	—	»	»	»	»	11/12
9	—	»	13/14	»	»	»
10	—	»	»	12/13	13/14	10/11
11	—	14/15	»	»	»	»
17	—	13/14	13/14	13/14	13/14	»
18	—	»	»	»	»	10/11
24	—	14/15	13/14	12/13	12,5	»
25	—	»	»	»	»	11/12
30	—	12	13	»	12	»
31	—	»	»	12,5	»	10/11
6	septembre	»	13	»	»	»
7	—	12/13	»	12/13	11,7	11/12
14	—	»	11,8	»	»	»
15	—	12	»	»	»	10,8
21	—	11,9	11,9	11,2	11,7	»
22	—	»	»	»	»	10,3
28	—	11,5	10,9	10,9	10,8	»
29	—	»	»	»	»	10
5	octobre	»	»	10,8	8,7	»
6	—	10,7	10	»	»	»
7	—	»	»	»	»	9,4
12	—	9	10,8	10,7	10,2	»
13	—	»	»	»	»	9,8
19	—	10,1	8,7	10,4	10,5	»
21	—	»	»	»	»	9,8
26	—	10,1	»	»	10,3	»
27	—	»	0,2	»	»	9,5
31	—	»	»	»	»	9
8	novembre	»	»	»	»	9,5
9	—	»	»	»	9,5	»
18	—	»	»	»	»	9,5

	Quiberon.	Kernével.	Brigneau.	Concarneau.	Douarnenez.
24 novembre	»	»	»	»	7,5
30 —	»	»	»	»	8

L'année, comme la précédente, est remarquable par la petitesse du poisson, qui semble également ne s'être pas renouvelé et avoir augmenté de volume sur place.

1880

13 juin	»	»	»	8,4	»
14 —	»	7,9	»	»	»
20 —	»	»	9,3	8,4	»
21 —	»	9,2	»	»	»
27 —	»	8,9	»	8,3	»
28 —	»	»	»	»	7,5
4 juillet	»	8,6	8,8	7,7	»
5 —	»	»	»	»	7,4
10 —	8,4	»	»	»	»
11 —	»	8,2	8,4	7,5	»
12 —	»	»	»	»	7,3
18 —	6,6	7,3	7,9	»	»
19 —	»	»	»	»	7
25 —	»	6,8	7,4	6,7	»
26 —	6,3	»	»	»	6,8
28 —	»	»	»	5,8	»
1 août	6,2	»	»	»	»
2 —	»	»	»	»	6,5
7 —	»	»	»	»	6,3
8 —	6,1	6,2	7,2	6,8	»
14 —	»	»	»	5,8	6,2
15 —	6	5,7	6	»	»
21 —	»	6,9	»	»	6
22 —	5,9	»	3,6	6	»
28 —	»	7,5	»	»	6
29 —	6,5	»	5,8	7,2	»
4 septembre	»	»	»	»	5,6
5 —	5,4	5	5,7	6,6	»
11 —	»	4,5	»	»	5
12 —	5,1	»	5,2	»	»
18 —	»	»	»	»	5,6
19 —	»	4,3	»	»	»
25 —	»	»	»	»	5
26 —	»	6,4	4,9	6,6	»
2 octobre	»	5,2	»	»	»
3 —	5,5	»	4,2	6,1	»
4 —	»	»	»	»	4/5
10 —	»	»	»	»	4/5
16 —	»	»	»	»	5/6
17 —	»	»	»	6	»
18 —	»	4,8	»	»	4,8
24 —	4,7	»	»	»	»

		Quiberon.	Kernével.	Brigneau.	Concarneau.	Douarnenez.
25	octobre	»	»	»	5	»
31	—	»	»	»	»	4,9
6	novembre	»	»	»	4,4	»
7	—	»	»	»	»	4,9
10	—	»	5,6	»	»	»
13	—	»	»	»	12/13	»
14	—	»	»	»	»	5/6
20	—	»	»	»	»	4,7
29	—	»	»	»	»	4,7
30	—	»	»	»	5,2	»
7	décembre	»	»	»	»	4,5
20	—	»	»	»	»	4,7

Le poisson est presque du double plus gros que l'année précédente. On remarquera en outre l'accroissement de taille sensiblement régulier du poisson de la baie de Douarnenez.

1881

		Quiberon.	Kernével.	Brigneau.	Concarneau.	Douarnenez.
19	juin	»	»	»	6,7	»
26	—	»	7,4	8	7,6	»
28	—	»	»	»	»	7/8
30	—	7/8	»	»	»	»
2	juillet	»	8	»	»	7
3	—	»	»	8/9	8	»
9	—	7/8	»	»	6,9	7/8
10	—	»	8/9	8	»	»
17	—	9,6	8/9	8	6,3	»
24	—	7/8	7,6	»	6/7	»
30	—	»	»	6/7	»	»
31	—	7/8	7,4	»	7/8	»
7	août	7	7,8	6/7	6,2	»
14	—	»	7	6,4	6	»
21	—	7	7	6,4	»	»
28	—	6/7	7	»	5,9	»
4	septembre	»	»	»	5/6	»
5	—	6	6/7	»	»	»
10	—	»	»	»	»	13
11	—	5/6	»	»	»	»
17	—	6/7	»	»	»	»
18	—	»	7	»	5/6	»
2	octobre	5	9	8	»	»

1882

		Quiberon.	Kernével.	Brigneau.	Concarneau.	Douarnenez.
11	juin	»	»	»	8,1	»
18	—	9/10	8	»	7/8	»
25	—	9/10	8/9	»	7/8	»
30	—	9	»	»	»	»
2	juillet	»	8/9	8/9	8	»
9	—	»	7/8	»	7/8	»

		Quiberon.	Kernével.	Brigneau.	Concarneau.	Douarnenez.
16	juillet	6/7	7/8	»	6/7	25/30
17	—	»	»	8/9	»	»
22	—	»	7/8	»	»	»
23	—	7/8	»	8/9	7/8	25/30
29	—	»	»	»	»	15,7
30	—	8	9/10	9/10	8	»
6	août	9	»	9/10	8	»
7	—	»	8/9	»	»	9,8
13	—	8/9	9	9/10	7,5	»
14	—	»	»	»	»	9/10
20	—	»	8/9	9/10	9	»
21	—	8/9	»	»	»	9,8
26	—	»	9/10	»	»	10,8
27	—	»	»	»	7/5	»
28	—	8,6	»	7,6	»	»
2	septembre	»	8/9	»	»	»
3	—	»	»	»	6/7	»
4	—	10	»	»	»	8/9
9	—	»	»	»	»	8/9
10	—	8/9	9	7/8	6/7	»
16	—	»	»	»	»	8/10
17	—	»	8/9	»	8	»
18	—	8/9	»	»	»	»
23	—	»	»	»	»	8/10
24	—	8/9	8	8/9	7/8	»
30	—	»	»	»	»	9/10
1er	octobre	»	»	6/7	»	»
8	—	8/9	»	6/7	6/7	»
15	—	»	8/9	6/7	7	»
21	—	»	»	»	»	7/8
22	—	»	»	10	9	»
28	—	»	»	»	»	7
4	novembre	»	»	»	»	6/7
13	—	»	»	»	»	7/8
28	—	»	»	»	»	7

1883

2	juin	»	10/11	»	»	»
3	—	13/14	»	12/13	10,4	»
10	—	13/14	10/11	11/12	10,5	»
17	—	15	10/11	11/22	9,3	»
23	—	»	10/11	»	»	»
24	—	11/12	»	12/13	9,6	»
1er	juillet	12	12/13	12/13	10	»
7	—	»	11/12	»	»	»
8	—	15	»	12/14	11	»
15	—	14	13/14	12/14	11	9/10
21	—	13	»	»	»	9/10

		Quiberon.	Kernével.	Brigneau.	Concarneau.	Douarnenez.
22	juillet	»	11/12	12/13	11	»
28	—	»	»	»	»	9/10
29	—	13	11/12	12/14	11	»
4	août	»	»	»	»	10/12
5	—	13/14	11/12	12/14	12	»
11	—	»	13	»	»	10/11
12	—	13	»	»	13	»
18	—	»	»	»	»	10/11
19	—	12/13	13	10/14	12	»
25	—	»	»	»	»	9/10
26	—	13	»	10/14	11,5	»
27	—	»	11/12	»	»	»
1er	septembre	»	»	»	»	9/10
2	—	12/13	11/12	8/12	9,6	»
8	—	»	»	»	»	9/10
9	—	12	9/10	8/12	9	»
15	—	»	»	»	»	9/10
16	—	11	9/12	8/12	8,7	»
23	—	11/12	10	8/12	9	»
26	—	»	»	»	»	9/10
29	—	»	»	»	»	9/10
30	—	11	9/10	8/12	10,9	»
7	octobre	»	9/10	7/8	7/8	»
8	—	7/8	»	»	»	»
13	—	»	8	»	»	7/8
14	—	8	»	8/10	8,8	»
20	—	»	»	»	»	7/8
27	—	»	»	»	»	»
28	—	7/8	9	11	7,7	»
4	novembre	»	»	»	9,2	»
5	—	»	»	»	»	6/7

1884

7	juin	»	10/11	»	10,3	»
14	—	»	11/12	»	10,1	»
15	—	11/12	»	»	»	»
21	—	»	12/13	»	10,1	»
22	—	10/11	»	11/12	»	»
28	—	»	9/10	»	9,1	7/8
29	—	9/10	»	10/11	»	»
5	juillet	»	10/11	9/10	9,4	8/9
7	—	9/10	»	»	»	»
12	—	»	8/9	»	9,2	7/8
13	—	8/9	»	8/9	»	»
20	—	8/9	9/10	»	7,8	»
21	—	»	»	7/8	»	»
26	—	»	9/10	»	9	6,1
27	—	8	»	»	»	»

		Quiberon.	Kernével.	Brigneau.	Concarneau.	Douarnenez.
28	juillet	»	»	9/10	»	»
2	août	»	9	»	6,5	6/7
3	—	7/8	»	8/9	»	»
9	—	7/8	»	»	7,3	8/9
10	—	»	7/8	8/9	»	»
16	—	»	»	»	6,5	»
17	—	7	7/8	»	»	»
18	—	»	»	9/10	»	»
24	—	6/7	7/8	»	6,5	»
25	—	»	»	7/8	»	»
31	—	6	»	»	»	»
1er	septembre	»	»	7/8	»	»
6	—	»	»	»	»	6/7
7	—	5/6	»	»	»	»
8	—	»	6/7	»	»	»
14	—	6	»	6/7	»	»
20	—	»	»	»	5,8	9/10
21	—	6	7/8	7/8	»	»
27	—	»	»	»	5,6	9/10
4	octobre	»	7/8	»	»	13/14
18	—	»	»	»	»	15/16
25	—	»	»	»	»	8/9

1885

21	juin	»	9/10	9/10	7,5	»
22	—	10	»	»	»	»
28	—	9/10	9/10	11/12	9,1	»
4	juillet	»	»	10/12	»	»
5	—	10	9/10	»	8,5	7,9
12	—	8,6	9/10	8,1	9,2	»
13	—	»	»	»	»	7,2
19	—	9	7,3	6/7	7,4	»
26	—	5/6	7/8	7	6,5	»
2	août	8/9	8/9	»	5,9	»
4	—	»	»	7	»	»
9	—	7/8	7/8	9	8	»
11	—	»	»	»	»	6
16	—	8	»	10	9,8	»
17	—	»	7/8	»	»	6/7
23	—	7,4	7/8	»	8,1	»
24	—	»	»	7	»	6
0	—	6	8	7	9	»
1er	septembre	»	»	»	»	6
6	—	7/8	14/15	10/11	13,2	»
8	—	»	»	»	»	6/7
13	—	6/7	»	»	14,2	»
14	—	»	»	»	»	7
20	—	6/7	9/10	»	13,1	»

	Quiberon.	Kernével.	Brigneau.	Concarneau.	Douarnenez.
21 septembre	»	»	13/14	»	»
22 —	»	»	»	»	6/7
26 —	»	7/8	»	7,4	»
27 —	7/8	»	»	»	»
28 —	»	»	6/7	»	»
29 —	»	»	»	»	6
3 octobre	»	»	»	19	»
5 —	»	»	5	»	6
12 —	»	7/8	»	»	6
19 —	»	»	»	»	5/6
26 —	»	»	»	»	5
3 novembre	»	»	»	»	7
11 —	»	»	»	»	6/7
17 —	»	»	»	»	6/7
23 —	»	»	»	»	6/7

1886

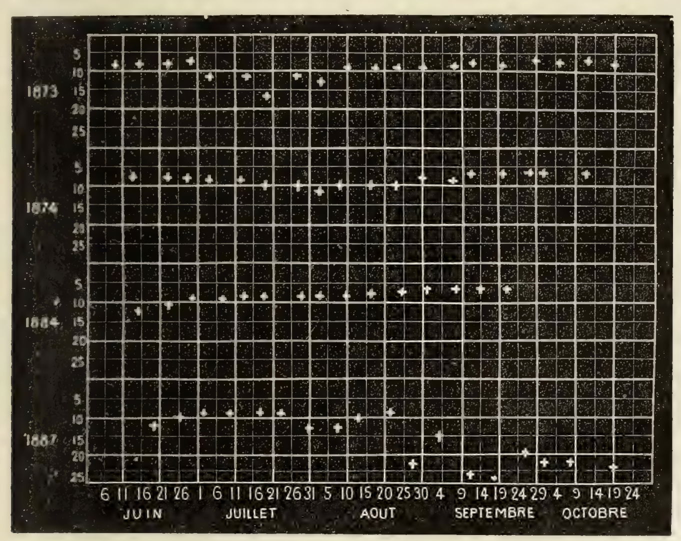
	Quiberon.	Kernével.	Brigneau.	Concarneau.	Douarnenez.
13 juin	»	»	»	8/9	»
20 —	7/8	»	»	9	»
27 —	6/7	»	»	8,7	»
4 juillet	8	»	»	8,3	»
11 —	8	8/9	»	9,2	7/8
12 —	»	»	9/10	»	»
18 —	»	»	»	7,8	7
19 —	»	»	7/8	»	»
25 —	7/8	»	»	8,2	»
26 —	»	»	8	»	8/9
31 —	»	»	9/10	»	»
1er août	8/9	»	»	7,1	7/8
7 —	»	7/8	7	»	»
8 —	6	»	»	7,1	7/8
15 —	6	»	»	6,1	6/7
22 —	6/7	5/6	»	5,6	6/7
23 —	»	»	5/6	»	»
29 —	5/6	5/6	5/6	»	»
30 —	»	»	»	8,2	10
4 septembre	»	5/6	»	»	»
5 —	5/6	»	5	7,1	»
7 —	»	»	»	»	8/9
12 —	6/7	»	5	15,7	»
14 —	»	»	»	»	11/12
18 —	»	13/14	»	»	»
19 —	14/15	»	6	12,9	»
21 —	»	»	»	»	11
25 —	»	10/11	»	»	»
26 —	11	»	6	11,6	»
28 —	»	»	»	»	11
2 octobre	»	11/12	»	»	»
3 —	8/9	»	10	10,7	»

	Quiberon.	Kernével.	Brigneau.	Concarneau.	Douarnenez.
5 octobre	»	»	»	»	12
10 —	16	»	»	11	»
12 —	»	»	»	»	11/12
24 —	10	»	»	15,7	»
25 —	»	»	»	»	12/13
2 novembre	»	»	»	»	11/12
7 —	»	»	»	10	»
14 —	»	»	»	9,3	»
1887					
12 juin	»	»		9/10	»
19 —	12	»		7/8	»
26 —	10	8/9		7/8	»
2 juillet	»	11/12		»	»
3 —	8,9	»		8/9	7
9 —	»	9/10		»	»
10 —	8,9	»		10/11	»
11 —	»	»		»	6/7
17 —	9	8/9		7/8	»
18 —	»	»		»	7/8
24 —	9	»		8/9	»
25 —	»	»		»	7/8
30 —	»	9/10		»	»
31 —	12	»		8	»
1er août	»	»		»	8/9
6 —	»	9/10		»	»
7 —	12	»		11/12	»
9 —	»	»		»	7/8
14 —	10	14/15		11/12	»
16 —	»	»		»	11/12
21 —	9	11/12		18/19	»
22 —	»	»		»	8
28 —	23	»		16/18	»
31 —	»	»		»	7/8
4 septembre	15	»		»	»
6 —	»	»		»	9/10
11 —	25	»		25/26	»
13 —	»	»		»	8/9
18 —	26	»		24/25	9/10
25 —	20	»		25/26	»
26 —	»	23/24		»	8/9
1er octobre	»	»		21/22	»
2 —	21	20/21		»	»
3 —	»	»		»	13/14
9 —	21	»		8	»
10 —	»	20/21		»	11/12
16 —	»	8/9		6/7	»
17 —	»	»		»	9/10
19 —	23	»		»	»

	Quiberon.	Kernével.	Concarneau.	Douarnenez.
22 octobre	»	6/7	»	»
23 —	»	»	7/8	11/12
24 —	»	»	»	»
30 —	»	8/9	»	»
31 —	»	»	11/12	»
2 novembre	»	»	»	13/14
16 —	»	»	»	6/7

On peut noter, en 1887 l'apparition de bancs de poisson extrêmement petit (20 à 26 au quart), en septembre et octobre, sur toute la côte. Toutefois il ne pénètre pas dans la baie de Douarnenez. Il est à remarquer que nous trouvons ici à peine trace du « poisson de juillet ».

Dans ces tableaux comme dans le tableau général que nous avons donné (ANNEXE B) du régime de la sardine pendant l'année, nous avons simplement reproduit les chiffres exprimant la grosseur du poisson. On pourra toujours au moyen de ces chiffres construire des graphiques qui parleront plus aisément aux yeux, sans rien ajouter toutefois à l'enseignement qu'on peut tirer des chiffres eux-mêmes. Nous avons déjà montré au Congrès de l'Association française à Rouen, en 1883, comment il était le plus avantageux de construire ces graphiques en prenant les jours de la saison pour



Régime de la sardine devant Quiberon pendant les années 1873, 1874, 1884, 1887 (le tant au quart exprimé par moyenne hebdomadaire).

ligne des abscisses et les dimensions du poisson pour ordonnées. L'exemple que nous donnons ici de ces sortes de graphiques est établi d'après les tableaux qui précèdent. La grosseur du poisson étant calculée sur le tant au quart, les chiffres qui l'expriment vont en diminuant de bas en haut, puisque le poisson est d'autant plus petit que le chiffre est plus élevé.

Ce tableau donne le régime du poisson devant Quiberon en 1873, 1874, 1884 et 1887. On y verra que les deux premières années rentrent dans les conditions à peu près normales. On y observe en fin de juillet la diminution de volume du poisson qui se produit d'ordinaire vers cette époque. Cependant on voit également que cette diminution ne s'est pas produite devant Quiberon en 1884, année marquée dans ces parages par un régime exceptionnel : on dirait que le poisson a grandi sans déplacement du 15 juin au 20 septembre. L'année 1887 montre de nouveau la chute ordinaire du volume du poisson en juillet, mais de plus elle est marquée en fin d'août et au commencement de septembre par l'apparition de bancs de sardines très petites, de 23 à 26 au quart, tandis que la sardine pêchée jusque-là avait été de 9 au quart, c'est-à-dire que la dernière venue est ici moins grosse, plus jeune de plusieurs mois que celle qui l'avait précédée.

Veuillez agréer, monsieur le Ministre, etc.

G. POUCHET.

ANALYSES ET COMPTES RENDUS

A. Charrin. La Maladie pyocyanique. 1 vol., 138 p. in-8°; Paris, Steinheil, 1889.

M. Charrin étudie depuis plusieurs années, le bacille qui accompagne la formation du pus bleu et qu'il considère comme pouvant seul donner naissance à la pyocyanine, soit au contact des liquides produits par l'organisme, soit dans divers liquides ou substances de culture. M. Charrin, au cours de cet ouvrage, et en faisant l'histoire du bacille dit pyocyanique, passe rapidement en revue à peu près toutes les questions qui relèvent des théories bactériennes, contagion, influence du « terrain », atténuation, immunité, etc... Notre intention n'est pas de suivre aujourd'hui l'auteur dans l'examen de ces divers sujets; nous voulons seulement insister sur l'importance que présente, au point de vue botanique, l'étude morphologique du bacille de la pyocyanine.

On peut le voir, en effet, varier considérablement d'apparence pendant que l'identité spécifique de l'algue reste affirmée par la persistance de la propriété qu'elle a de produire de nouveau de la pyocyanine, quand on la met de nouveau dans les conditions favorables pour cela, car cette propriété, d'autre part, ne paraît pas plus constante.

« Dans le bouillon de bœuf pur, le microbe de la pyocyanine est un bacille mobile dont la longueur égale à peine deux fois le diamètre (1μ et 0, 6μ). La culture à l'étuve à 35° se couvre d'un voile sous lequel apparaît la matière colorante dont la teinte, d'un vert bleu, s'accentue pour passer ensuite au jaune : peu à peu le liquide devient filant...

« Si au bouillon pur on ajoute divers acides minéraux ou organiques, des phénols, des sels, etc., on obtient des formes variables suivant les conditions de l'expérience.

« Une de ces formes est représentée par un vrai bacterium. Elle apparaît au début dans les cultures additionnées surtout d'acide phénique, de créosote, etc., en quantité insuffisante pour retarder sensiblement le développement du microbe. Avec le naphtol β, à la dose de 0 gr. 20 à 0 gr. 25 pour 1000 cc. de bouillon, on a des bacilles de toutes longueurs, isolés ou soudés en pseudo-filaments, et des filaments proprement dits, enchevêtrés, formant feutrage à la surface. Il en est de même avec 0 gr. 50 à 0 gr. 60 de thymol, avec 40 cc. d'alcool, etc. Ces formes sont temporaires même dans les milieux additionnés d'antiseptiques et font bientôt place au bacille normal. La pyocyanine apparaît si on ne se rapproche pas trop de la dose

toxique; cette dernière est de 0 gr. 35 pour le naphtol β, de 0 gr. 80 pour le thymol, de 60 cc. pour l'alcool. Avec 0 gr. 10 à 0 gr. 15 de bichromate de potasse, la culture encore transparente au bout de vingt-quatre heures renferme presque uniquement des filaments longs enchevêtrés à la surface, un peu plus épais que le bacille normal. Ils disparaissent après cinq ou six jours et sont remplacés par ce dernier. Avec 0 gr. 20 leur épaisseur est encore plus marquée...

« L'action de l'acide borique est particulièrement intéressante. A la dose de 2 à 3 gr., il retarde le développement des germes, sans empêcher la production de la pyocyanine. A la dose de 4 à 5 gr., les bacilles, d'abord gonflés, granuleux, redeviennent homogènes vers la troisième journée, puis s'allongent en filaments courts, surtout à la surface en contact avec l'air. A la dose de 6 à 7 gr., on obtient, à un moment donné, outre des formes de longueur variable, des bacilles droits flexueux ou courbés en croissant et même en boucle presque fermée, soit isolés, soit mis bout à bout. Quand la segmentation de ces bacilles incurvés n'a pas lieu, il en résulte des spirales où l'on peut compter jusqu'à huit ou dix tours très serrés. Cette dernière forme dure seulement quelques jours à l'étuve. Le microbe ne reprend que très lentement ses caractères morphologiques normaux; il ne fait pas de pyocyanine. Avec une quantité de 8 gr., le développement se manifeste après une semaine environ... »

Le polymorphisme expérimental du bacille dit pyocyanique est, comme on le voit, très étendu et sous ce rapport les recherches de M. Charrin restent un document botanique des plus intéressants. Il faut ajouter que, quelle que soit parmi les formes indiquées (bactérie, bacille court ou long, droit ou incurvé, filament, spirille, microcoque) celle que l'on sème dans le bouillon pur, sur l'agar, la gélatine, etc., elle reproduit aussitôt le bacille normal et lui seul avec la pyocyanine. Il semblerait donc ici qu'on est en présence d'une fonction dépendant directement d'un caractère morphologique déterminé, ou tout au moins l'accompagnant.

M. Charrin a joint à son étude la reproduction par la photographie des variétés morphologiques obtenues par lui du bacille pyocyanique. Il dit très justement à ce sujet : « Assurément la photographie n'a pas toujours l'éclat et les beautés parfois excessives des lithographies en couleur. En revanche, elle reproduit ce qui existe et rien autre; elle est l'image de la pièce que l'on représente et non des talents du dessinateur. » Nous avons insisté déjà dans ce *Journal* [1] sur ce qu'avaient de vain les représentations en couleur d'objets anatomiques qui par leur nature même sont incolores, et qu'il y a tout avantage à reproduire par des procédés se rapprochant autant que possible de l'apparence naturelle des choses. Dans la reproduction d'une pièce microscopique où les bacilles ont été colorés en vue de l'étude, d'une façon intense et de telle ou telle couleur, il est parfaitement inutile de les représenter avec cette même coloration artificielle. C'est s'éloigner à plaisir de la rigueur scientifique à laquelle on doit toujours aspirer. Il suffira de représenter ces bacilles avec le *ton* qu'ils ont dans la préparation pour que leur présence

1. Voy. année 1886, *Ch. Robin, sa vie et son œuvre*, p. LVII.

ressorte parfaitement, sans qu'il soit nécessaire de reproduire la coloration artificielle qu'on leur a donnée. Il s'en faut que la photographie soit d'un aussi grand secours qu'on l'a pensé quelquefois pour l'anatomie, mais dans le cas où l'a employée M. Charrin elle ne pouvait qu'avoir des avantages. . . . .

Nous ne ferons ici qu'une seule remarque que nous suggère la lecture du travail de M. Charrin. L'auteur nous montre la morphologie d'un bacille modifiée par les milieux, il rappelle l'expérience classique de Raulin, « expérience mille fois citée et digne de l'être mille fois encore ». Des changements minimes dans la teneur chimique du liquide nourricier de l'*aspergillus niger* font hausser ou baisser la végétation. Et M. Charrin cherche dans cette sensibilité extrême de l'algue à la nature du terrain une explication de l'immunité. Ne pourrait-on pas inversement se demander comment le *bacillus anthracis*, si sensible à ces modifications de terrain en tant que permettant ou ne permettant pas son développement (mouton d'Algérie, etc.), se présente au contraire dans le sang de tous les animaux morts du charbon et quels qu'ils soient, ainsi que dans les cultures tellement variées où on le propage, avec une unité morphologique si remarquable?

G. P.

Dareste. Recherches sur les conditions physiques de l'évolution dans les couveuses artificielles. (Comptes rendus de l'Acad. des sciences, 19 août 1889.)

Moitessier en 1871 et d'Arsonval en 1881 ont été conduits par des méthodes différentes à admettre que l'œuf, au début de l'incubation, absorbe de la chaleur au lieu d'en dégager. Ainsi des œufs mis en incubation dans une étuve à température invariable doivent abaisser pendant quelque temps la température, puis l'élever vers la fin de l'incubation.

M. Dareste a repris l'étude de ce phénomène. Des œufs au nombre de 12 qui avaient été pondus le 28 juin furent mis en incubation le 29. M. Dareste s'était assuré que l'étuve, chauffée à 38°, conservait depuis plusieurs jours sa température invariable. Voici l'indication des températures observées :

Température initiale	38°
30 juin	37°,3
1er juillet	37°,1
2 —	37°,1
3 —	37°,1
4 —	37°,3
5 —	37°,3
6 —	37°,3
7 —	37°,3
8 —	37°,7
9 —	37°,7

10 juillet	37°,7
11 —	38°,1
12 —	38°,3
13 —	38°,8
14 —	38°,9
15 —	39°,6
16 —	39°,8
17 —	39°,3
18 —	39°,7
19 —	39°,6
20 —	38°,9

Le 20 juillet, cinq poulets étaient éclos. Un autre sortit de la coquille le 21. Trois poulets étaient morts dans la coquille quelque temps avant l'éclosion. Les trois autres œufs étaient clairs.

La température s'est donc d'abord abaissée de près d'un degré pendant les quatre premiers jours. Le cinquième, elle a pris une marche ascendante. Le onzième, elle avait atteint le degré initial. Le seizième jour, après une marche ascendante continue, elle a atteint son degré maximum, qui dépassait de près de 2° le degré initial. Les oscillations des quatre derniers jours doivent sans doute s'expliquer par la mort des poulets qui avaient péri avant l'éclosion. Mais M. Dareste ne propose aucune explication de l'abaissement de températutre qui se produit dans les premiers jours. Il semble inadmissible que le germe, en s'organisant et en donnant naissance aux premiers linéaments de l'embryon, ne suive pas la règle commune et ne présente pas l'élévation de température qui accompagne tous les phénomènes d'oxydation physiologique. Mais dans l'œuf méroblaste de la poule l'embryon ne représente au début qu'une portion très faible du volume total. L'abaissement de température observé sur l'œuf entier doit représenter une différence et être dû aux phénomènes dialytiques qui accompagnent le début de l'incubation dans le vitellus et dans l'albumen. Or il est une modification offerte par ces deux corps et bien connue des anatomistes, c'est la liquéfaction, sensible dès les premières heures dans l'albumen au contact de la cicatricule et qui permet de traiter directement celle-ci par l'acide osmique, tandis qu'avant l'incubation, l'albumen compact oppose une barrière à l'action du réactif. On pourra rechercher dans quelle mesure cette liquéfaction de la masse presque totale de l'œuf est accompagnée d'une absorption de calorique, et contribue à l'abaissement de température observé pendant les trois ou quatre premiers jours de l'incubation.

A. P.

Le Propriétaire-Gérant :

FÉLIX ALCAN.

Coulommiers. — Imp. P. BRODARD et GALLOIS.

RECHERCHES DE PHYSIOLOGIE ET D'HYGIÈNE

SUR

L'OXYDE DE CARBONE

Par M.-N. GRÉHANT

Aide-naturaliste au Muséum.

J'ai publié dans les *Annales des Sciences naturelles* [1] un mémoire sur l'acide carbonique qui renferme un certain nombre de résultats nouveaux; je crois nécessaire de rassembler dans un second mémoire l'ensemble des recherches que j'ai faites sur l'oxyde de carbone. Ce poison agit tout autrement que l'acide carbonique : Félix Leblanc a prouvé que l'oxyde de carbone qui est contenu dans la vapeur du charbon est le gaz qui produit la mort des animaux. Mon illustre maître Claude Bernard a reconnu et démontré le mécanisme de l'empoisonnement par l'oxyde de carbone, c'est un de ses plus beaux titres de gloire.

Si j'ai entrepris à plusieurs reprises des recherches, principalement sur l'absorption de l'oxyde de carbone par l'organisme vivant dans des mélanges titrés et sur l'élimination de ce poison, c'est à cause des nombreuses controverses que ces questions ont soulevées.

J'ai reconnu dans le cours de ce travail que les faits les plus importants de la physiologie ne peuvent souvent être démontrés que par des analyses chimiques très exactes, et c'est là une vérité que l'on ne peut pas trop affirmer.

J'ai été conduit en outre à m'occuper d'un côté pratique évident qui m'a particulièrement séduit, c'est l'application à l'hygiène des résultats obtenus dans des recherches de physiologie pure. Les hommes sont si exposés à l'empoisonnement par l'oxyde de car-

1. *Ann. sc. nat. zool.*, 1887, art. n° 8.

bone qu'il est nécessaire d'insister sur les moyens d'éviter des accidents mortels qui se renouvellent beaucoup trop souvent.

J'ai divisé ce mémoire en trois parties : dans la première partie, je m'occupe surtout de l'absorption de l'oxyde de carbone par l'organisme vivant; dans la deuxième partie, j'étudie l'élimination de ce poison; la troisième partie comprend un certain nombre d'applications.

I

1° Préparation de l'oxyde de carbone.

§ 1. *Préparation de l'oxyde de carbone.* — On prépare généralement l'oxyde de carbone dans les laboratoires en décomposant l'acide oxalique ou le bioxalate de potasse (sel d'oseille) par l'acide sulfurique; on chauffe dans un ballon de verre 30 grammes d'acide oxalique avec 180 grammes ou 100 c. c. d'acide sulfurique; l'acide oxalique se décompose en volumes égaux d'acide carbonique et d'oxyde de carbone; on fait passer le mélange gazeux à travers un flacon laveur contenant une dissolution de potasse ou de soude qui retient l'acide carbonique; l'opération marche très régulièrement; le gaz est recueilli dans des flacons pleins d'eau lorsque l'air du ballon et du flacon laveur a été chassé. Il est facile de reconnaître que l'absorption de l'acide carbonique par la potasse est incomplète, le passage des gaz à travers la solution alcaline étant très rapide; il est nécessaire pour débarrasser complètement l'oxyde de carbone de l'acide carbonique d'introduire dans chaque flacon un morceau de potasse, de fermer le col et d'agiter jusqu'à ce qu'il n'y ait plus d'absorption.

Je trouve plus simple et plus commode de recevoir directement le mélange d'oxyde de carbone et d'acide carbonique qui a traversé le flacon laveur contenant de l'eau dans un petit sac de caoutchouc, d'une contenance de 10 à 20 litres (fig. 1), dont le col est muni d'un robinet de laiton; on commence par faire le vide dans le sac avec une trompe aspirante et on fait arriver le mélange gazeux dans ce récipient de caoutchouc.

On arrête l'opération lorsque le sac est suffisamment gonflé, puis on ferme le robinet et, par un entonnoir de verre fixé par un tube de caoutchouc, on introduit dans le mélange des deux gaz une solution de potasse ou de soude dans l'eau; on agite vivement les

parois du sac; au bout de quelques instants, tout l'acide carbonique est absorbé, ce que l'on reconnaît en faisant passer du gaz à travers de l'eau de baryte qui ne doit pas se troubler; en comprimant le sac, on introduit ensuite le gaz dans des flacons pleins d'eau et on le conserve sur l'eau qui absorbe très peu d'oxyde de carbone. Si l'on conservait le gaz dans le sac, il s'échapperait peu

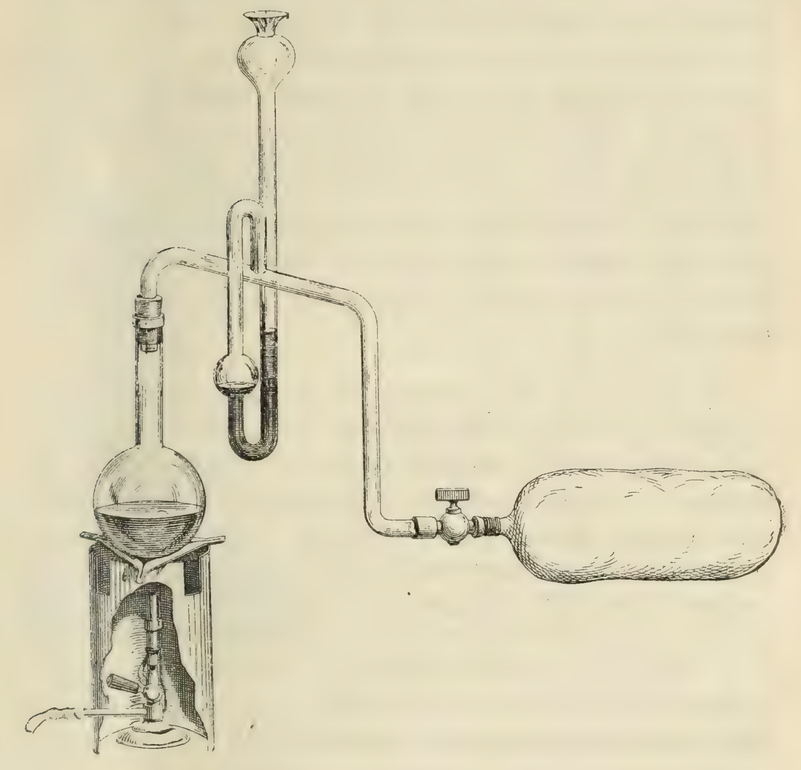


Fig. 1. — Appareil pour la préparation de l'oxyde de carbone.

à peu par endosmose à travers les parois de caoutchouc dans l'air extérieur. On peut aussi introduire la potasse tout d'abord dans le récipient de caoutchouc.

§ 2. *Analyse du gaz. Réactif absorbant de l'oxyde de carbone.* — Avant d'employer l'oxyde de carbone, il est presque toujours nécessaire d'analyser le gaz afin de connaître le volume exact d'oxyde de carbone pur qu'il contient; c'est à l'aide du protochlorure de cuivre que se fait cette analyse. Félix Leblanc a fait con-

naître l'emploi de ce réactif dans les comptes rendus de l'Académie des sciences, t. XXX. « En voulant déterminer, dit-il, l'oxygène dans un gaz à éclairage par le protochlorure de cuivre ammoniacal, nous avons reconnu, MM. Stas, Doyère et moi, un fait qui n'avait pas encore été signalé. Le réactif en question dissout une grande quantité d'oxyde de carbone, il dissout même du gaz oléfiant. J'ai entrepris l'étude de cette propriété et voici les résultats que j'ai déjà observés : lorsqu'on fait passer un courant d'oxyde de carbone dans une dissolution de protochlorure de cuivre dans l'acide chlorhydrique, le gaz est absorbé en quantité considérable et avec une rapidité comparable à celle qui accompagne l'absorption de l'acide carbonique par la potasse; mais la température ne s'élève que peu comparativement. Le protochlorure de cuivre acide saturé d'oxyde de carbone peut être étendu d'eau en grande quantité, sans qu'il y ait précipitation de protochlorure comme avant l'absorption et sans dégagement de gaz. L'ébullition et un vide complet chassent le gaz. »

§ 3. *Préparation du protochlorure de cuivre*. — Le réactif absorbant de l'oxyde de carbone dont je me sers constamment peut se préparer de la manière suivante : on introduit dans un flacon de 1 à 2 litres (col droit) 500 grammes de bichlorure de cuivre en petits cristaux, de la tournure de cuivre en grand excès, on remplit le flacon d'acide chlorhydrique ordinaire; au bout de quelques jours, à la température ordinaire, le bichlorure de cuivre est ramené à l'état de protochlorure qui se dissout dans l'acide chlorhydrique; ce réactif versé dans l'eau donne immédiatement un précipité blanc de protochlorure de cuivre insoluble dans l'eau; on le conserve dans un flacon bien bouché.

§ 4. *Analyse du gaz*. — Pour analyser l'oxyde de carbone, on prend un long tube gradué contenant 100 centimètres cubes divisé en centimètres cubes et demi-centimètres cubes et qui peut être fermé par un bouchon de caoutchouc plein. Ce tube, tenu par une pince de bois, est retourné dans la cuve à eau et rempli d'eau; à l'aide d'un entonnoir à gaz soutenu par une tige de fer et un manche de bois, et à l'aide d'une grande pince de fer à creusets, qui sert à saisir et à retourner sous l'eau un flacon d'oxyde de carbone, on fait passer dans la cloche graduée un certain volume du gaz qu'il

s'agit d'analyser, 85 centimètres cubes par exemple (en opérant ainsi on évite l'immersion des mains dans l'eau froide), puis on introduit dans le tube gradué un petit tube à essai rempli de la solution de protochlorure, on ferme avec le bouchon et on agite vivement à plusieurs reprises; dès qu'on enlève le bouchon avec une pince de fer, on voit monter l'eau de la cuve; on agite de nouveau, après avoir introduit un nouveau volume de réactif, et on trouve qu'il

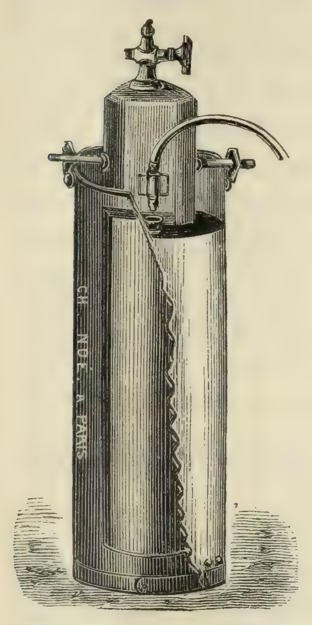


Fig. 2. — Trompe portative de Francis Gréhant.



Fig. 3. — Ballon récipient fermé par un robinet de fer.

reste seulement 2 centimètres cubes; ainsi 85 centimètres cubes du gaz employé contiennent 83 centimètres cubes d'oxyde de carbone; si l'on a besoin d'un volume de gaz contenant exactement 100 centimètres cubes d'oxyde de carbone pur, on écrira la proportion : $\frac{x}{100} = \frac{85}{83}$; d'où $x = \frac{85 \times 100}{83} = 1,024 \times 100 =$ 102 c. c. 4. Le quotient $\frac{85}{83}$ égal à 1,024 est le coefficient de correction par lequel il faudra multiplier le volume d'oxyde de carbone que l'on veut employer; dans l'exemple choisi, il faudra mesurer dans une cloche 102 c. c. 4 pour avoir 100 centimètres cubes d'oxyde de carbone pur.

§ 5. *Préparation d'un mélange titré d'oxyde de carbone et d'air.* — Veut-on composer 200 litres d'un mélange d'air et d'oxyde de carbone contenant $\frac{1}{250}$ de ce gaz ou $\frac{200000}{250} = 800$ centimètres cubes d'oxyde de carbone pur? On insuffle à l'aide de la trompe de Sainte-Claire Deville ou de la trompe portative de Francis Gréhant (fig. 2) à travers un compteur à gaz dans un grand sac de caoutchouc 199 litres 2 d'air, puis dans une cloche à robinet, on fait passer, à l'aide d'un demi-litre jaugé et d'une cloche graduée de 250 centimètres cubes divisée en centimètres cubes, un volume de gaz égal à $800 \times 1,024 = 819$ c. c. 2, contenant exactement 800 centimètres cubes d'oxyde de carbone pur; la cloche à robinet est unie par un tube de caoutchouc avec le grand sac de caoutchouc muni d'un robinet à trois voies; on aspire de l'air du sac dans la cloche et on insuffle par immersion dans l'eau de la cuve le mélange gazeux; plusieurs mouvements de soulèvement et d'abaissement de la cloche sont utiles pour produire un mélange homogène que l'on obtient plus sûrement encore en agitant les parois du sac.

2° Pouvoir absorbant du sang pour l'oxygène et pour l'oxyde de carbone.

§ 1. *Capacité respiratoire du sang.* — J'ai donné dans mon mémoire sur l'acide carbonique la description de la pompe à mercure et du récipient très simple que j'emploie pour l'extraction des gaz du sang; j'ai trouvé avantageux dans certains cas de fermer le récipient à l'aide d'un robinet de fer ou de verre, comme le représente la figure 3; cet appareil sert aussi à déterminer le plus grand volume d'oxygène qui peut être absorbé par le sang, on commence par faire le vide absolu en s'aidant d'une trompe de Golaz pour aller plus vite. On découvre chez un chien ou chez un lapin un vaisseau artériel, l'artère carotide par exemple, on fixe un ajutage de verre ou de métal dans l'artère et on aspire à l'aide d'une seringue un certain volume de sang, 30 centimètres cubes, par exemple, le sang est immédiatement injecté dans un flacon à l'émeri qui est bouché et que l'on fait agiter pendant quelques minutes, pour obtenir du sang défibriné; on fait barboter à travers le sang du gaz oxygène qui est déplacé d'un gazo-

mètre par un écoulement d'eau; quand les bulles de gaz remplissent le flacon de mousse, on ferme le robinet du gazomètre, le sang est agité de nouveau pendant plusieurs minutes soit à la main, soit à la machine, il absorbe autant d'oxygène qu'il peut en contenir, mais il renferme en outre une foule de petites bulles d'oxygène retenues mécaniquement et dont il faut le débarrasser. A cet effet, sur une cloche soutenue verticalement par un support, on place un entonnoir contenant un morceau de linge sur lequel on verse le sang, on forme un nouet que l'on comprime; le sang traverse le linge, mais la fibrine est complètement retenue par le tissu. Il y a encore dans le liquide beaucoup de petites bulles d'oxygène. On ferme la cloche avec un bouchon de caoutchouc; puis, à l'aide d'une corde solidement fixée en 5 ou 6 points, on fait tourner la cloche en dehors du laboratoire en lui faisant décrire rapidement une circonférence de deux mètres de rayon : cette manœuvre, toute semblable à celle qui sert dans la construction du thermomètre à alcool, déplace les petites bulles d'oxygène et les rapproche du centre de rotation; on verse dans un verre à expérience le sang oxygéné; avec une pipette graduée portant deux traits qui limitent exactement 25 centimètres cubes on aspire le sang et on le porte au-dessus de la pompe à mercure, l'extrémité de la pipette étant fixée dans le tube de caoutchouc qui surmonte le robinet de la pompe; en tournant le robinet avec précaution, on introduit rigoureusement 25 centimètres cubes de sang dans le récipient; en faisant pénétrer un peu de mercure on déplace le sang qui est resté dans les conduits.

On procède immédiatement à l'extraction des gaz que l'on recueille dans une longue cloche graduée d'une capacité de 50 centimètres cubes divisée en dixièmes; la partie inférieure de cette cloche est élargie, ce qui rend plus facile l'échappement du mercure déplacé par les gaz; pour faciliter l'extraction, le ballon récipient est maintenu dans un bain d'eau chauffé à 40°; les manœuvres de la pompe sont répétées jusqu'à ce que le vide absolu soit obtenu de nouveau; les gaz recueillis sont analysés.

Voici un exemple de mesure que j'emprunte à l'une de mes nombreuses expériences : dans le récipient vide, on a introduit 48 c. c. 4 de sang qui avait été aspiré dans la veine cave inférieure à l'aide d'une longue sonde enfoncée par la veine jugulaire d'un chien; le sang a été défibriné dans un flacon et oxygéné. Les manœuvres de

la pompe ont donné 26 c. c. 2 de gaz qui fut soumis à l'analyse : l'acide carbonique fut absorbé par la potasse, l'oxygène par l'acide pyrogallique et la potasse, l'azote resta non absorbé :

	26cc,2
Potasse	11 ,1
Acide pyrogallique	0 ,7
— carbonique	15 ,1
Oxygène	10 ,4
Azote	0 ,7

Les gaz ont été mesurés à la température de 24 degrés et à la pression de 755 millimètres; il faut chercher ce que deviennent 10 c. c. 4 d'oxygène saturé de vapeur d'eau quand on les dessèche et quand on les ramène à 0° et à la pression de 760 millimètres. La formule employée pour faire cette correction est : $V_0 = V_t \frac{H - f}{(1+\alpha t)\,760}$; H la pression atmosphérique égale 755 millimètres; f la tension maxima de la vapeur d'eau à 24° égale 22 m. m. 2; $\alpha = 0{,}00366$ est le coefficient de la dilatation cubique des gaz; $t = 24°$.

En calculant le nombre égal à $\frac{H - f}{(1+\alpha t)\,760}$, on trouve 0,883 ; c'est le coefficient de correction par lequel il faut multiplier les divers volumes gazeux obtenus par l'analyse. On trouve ainsi que 48 c. c. 4 de sang ont absorbé $10,4 \times 0,883 = 9,2$ d'oxygène; ce qui fait pour 100 centimètres cubes de sang 19 centimètres cubes d'oxygène pur et sec à 0° et à la pression de 760 millimètres; ce nombre a reçu de Paul Bert la dénomination de *capacité respiratoire du sang*.

Les nombres que l'on obtient en opérant sur divers animaux de la même espèce sont variables : ainsi chez le chien, j'ai trouvé des nombres aussi différents que 14 c. c. 4; 18 c. c. 8; 25 c. c. 8; 26 c. c. 2; 31 c. c. 3, ce qui démontre qu'il y a dans le sang une quantité d'hémoglobine qui varie d'un individu à un autre; il est évident que la mesure des capacités respiratoires fournit des nombres proportionnels aux quantités d'hémoglobine que renferment divers échantillons de sang.

§ 2. *Pouvoir absorbant du sang pour l'oxyde de carbone.* — Les expériences célèbres de Claude Bernard ont montré que l'oxyde de carbone déplace l'oxygène contenu dans le sang volume à volume; de sorte que le sang oxygéné agité avec l'oxyde de carbone laisse dégager l'oxygène, qui est remplacé par un volume égal du

gaz toxique entrant en combinaison avec l'hémoglobine. Il en résulte que, si le sang privé de gaz peut absorber de nouveau de l'oxygène, à plus forte raison il est capable d'absorber de l'oxyde de carbone. J'ai donc pu essayer de faire absorber ce dernier gaz par le sang privé d'oxygène contenu dans le récipient, afin de faire une détermination du pouvoir absorbant du sang pour l'oxyde de carbone. Il a suffi d'introduire un certain volume d'oxyde de carbone dans le récipient qui contient le sang dont on a déterminé le pouvoir absorbant pour l'oxygène. La disposition suivante permet d'obtenir ce résultat : dans un tube de caoutchouc fixé au tube central qui surmonte le robinet de la pompe, on introduit un tube de verre à parois épaisses, à calibre presque capillaire; le tube de verre est maintenu vertical par une pince; une cuvette mobile formée d'un entonnoir de forme sphérique dont le col est fermé par un bouchon de caoutchouc percé d'un trou, peut glisser à frottement dur le long du tube de verre. On commence par soulever la cuvette jusqu'à l'extrémité supérieure et on la remplit de mercure en même temps que le tube capillaire; une cloche graduée contenant 50 centimètres cubes d'oxyde de carbone dont la composition est connue est portée au-dessus du tube capillaire immergé dans le mercure; on fait descendre la cuvette mobile; le tube pénètre dans la cloche et arrive jusqu'à la partie supérieure; le robinet de la pompe est tourné en quatrième position, le gaz pénètre dans le récipient avec un certain volume de mercure qui déplace le gaz contenu dans les conduits et qui va servir à rendre l'agitation plus énergique. En soulevant et en abaissant le récipient au moins trente fois, on agite vivement le sang avec l'oxyde de carbone; on maintient et l'on presse avec les doigts le tube de caoutchouc épais qui unit le récipient avec le tube d'aspiration de la pompe, afin d'éviter les chocs du mercure sur le robinet. Le sang qui était complètement réduit et qui présentait une couleur rouge foncé devient d'un rouge vif par l'absorption de l'oxyde de carbone; quand l'agitation a duré quelques minutes, on replace le récipient dans le bain d'eau à 40, les gaz sont extraits et l'on obtient la partie du gaz oxyde de carbone qui n'est pas retenue par le sang; on arrive rapidement au vide absolu caractérisé par le choc sec du mercure contre le robinet. L'analyse de 50 centimètres cubes du gaz oxyde de carbone employé a donné 47 c. c. 9 d'oxyde de carbone pur; après avoir agité le sang avec 50 centimètres cubes d'un

gaz contenant 47 c. c. 9 d'oxyde de carbone pur et 2 c. c. 1 d'azote, on a recueilli par les manœuvres de la pompe 39 c. c. 8 de gaz qui a donné :

	39cc,8	
Potasse...........................	39 ,8	0 CO^2
Acide pyrogallique.................	39 ,8	0 Oxygène
Proto-chlorure de cuivre..........	2 ,1	
Oxyde de carbone..................	37 ,7	

Ainsi 47, 9 — 37, 7 = 10 c. c. 2 d'oxyde de carbone pur ont été absorbés par 48 c. c. 4 de sang d'abord complètement privé de gaz; 100 centimètres cubes de sang auraient absorbé y ; $\frac{48,4}{10,2} = \frac{100}{y}$; $y = \frac{100 \times 10,2}{48,4} = 21,1$ oxyde de carbone. Le coefficient de correction qui permet d'obtenir le gaz sec à 0° et à la pression de 760 millimètres, était égal à 0,8826 dans les conditions de l'analyse; le volume 21, 1 multiplié par 0, 8826 donne 18 c. c. 6 d'oxyde de carbone; ainsi 100 centimètres cubes de sang avaient absorbé 19 centimètres cubes d'oxygène, ils ont absorbé 18 c. c. 6 d'oxyde de carbone, les deux nombres sont très voisins.

Cette expérience d'absorption de l'oxyde de carbone par le sang confirme les faits déjà si bien établis par Claude Bernard, dans les conditions de la pression ordinaire : 1° l'oxyde de carbone donne avec les globules rouges, avec l'hémoglobine en particulier, une combinaison plus fixe que la combinaison donnée par l'oxygène, puisque l'action du vide à 40 degrés ne suffit pas à enlever l'oxyde de carbone comme elle enlève l'oxygène; 2° l'oxyde de carbone remplace l'oxygène, volume à volume.

Toutefois l'expérience montre que si l'on maintient plusieurs heures le vide au-dessus du sang et si l'on élève la température du bain d'eau, on obtient le dégagement de l'oxyde de carbone combiné, mais ce phénomène de dissociation est lent, il ne se produit pas sensiblement dans les conditions que j'ai indiquées.

L'expérience précédente démontre en outre que dans un gaz raréfié contenant seulement 37 c. c. 7 d'oxyde de carbone, tandis que le volume du récipient diminué du volume du sang était 715 c. c. 6, c'est-à-dire à une pression de 4 centimètres de mercure d'oxyde de carbone, le sang absorbe aussi bien le gaz toxique que dans les conditions de la pression ordinaire, ce qui établit encore une différence entre l'oxyde de carbone et l'oxygène.

§ 3. *Applications.* — La mesure des plus grands volumes d'oxygène et d'oxyde de carbone que le sang peut absorber ou des *capacités respiratoires* conduit à de nombreuses applications : elle permet d'établir une série de recherches comparatives sur le sang de l'homme et sur celui de différents animaux, c'est une donnée numérique importante; il est d'autant plus facile de faire ces recherches, que le sang conservé pendant vingt-quatre heures ou quarante-huit heures à la température de 15°, ou pendant un temps beaucoup plus long, comme l'a reconnu M. Jolyet, possède encore la même capacité respiratoire.

M. Brouardel, doyen de la Faculté de médecine, a employé ce procédé de mesure, dans des recherches intéressantes de physiologie pathologique. Mais il y a une autre application, sur laquelle je dois beaucoup insister ici, car elle est la base de mes recherches sur l'absorption et sur l'élimination de l'oxyde de carbone, c'est la mesure de la quantité exacte d'oxyde de carbone qui est fixée par le sang chez un animal complètement ou partiellement intoxiqué.

Avant de soumettre un animal, un chien par exemple, à l'empoisonnement par l'oxyde de carbone, on prend dans un vaisseau artériel ou veineux un premier échantillon de sang qui sert à mesurer la capacité respiratoire normale; on fait respirer à l'animal un mélange d'air ou d'oxygène et d'oxyde de carbone; si la quantité du gaz toxique a été suffisante, l'animal meurt; on ouvre rapidement l'abdomen, on découvre la veine cave inférieure qui est percée avec un trocart; on recueille dans un flacon du sang rouge vif, qui est agité et défibriné; on mesure la capacité respiratoire d'un échantillon de sang intoxiqué : le nombre trouvé est beaucoup plus petit que le premier nombre; la différence fait connaître exactement le volume d'oxyde de carbone qui s'est fixé sur l'hémoglobine du sang.

Si l'intoxication de l'animal a été partielle, on prendra à la fin de l'empoisonnement un second échantillon de sang dans le vaisseau qui a fourni le sang normal, et la différence entre les deux capacités respiratoires fera connaître encore le volume d'oxyde de carbone qui s'est fixé sur le sang.

Voici un exemple de ces mesures que j'ai répétées souvent :

On découvre chez un chien l'artère fémorale, qui fournit du sang normal. Par une muselière de caoutchouc, on fait respirer à l'animal, qui pèse 12 kilogr. 45, 495 centimètres cubes d'oxyde de

carbone contenant 73 centimètres cubes d'air; ce mélange très toxique détermine l'arrêt des mouvements respiratoires au bout de quatre minutes, de rares battements du cœur se produisent encore pendant quelques instants. On ouvre l'abdomen, la veine cave fournit une grande quantité de sang d'une couleur rouge très vif. Les deux échantillons de sang sont défibrinés, agités avec du gaz oxygène; les plus grands volumes d'oxygène sont mesurés :

100^{cc} de sang normal ont absorbé...............	20^{cc},9	d'oxygène.
100^{cc} — intoxiqué —	4 ,75	—
Différence............	16^{cc},15	—

Ainsi 100 centimètres cubes de sang intoxiqué contenaient 16 c. c. 15 d'oxyde de carbone qui ont remplacé l'oxygène. Jamais je n'ai pu jusqu'ici, chez les mammifères, faire descendre davantage le volume d'oxygène qui était absorbé par le sang. Ainsi une petite partie de l'hémoglobine paraît échapper à l'action du gaz toxique et reste capable d'absorber de l'oxygène; mais ce gaz est alors en quantité insuffisante dans le sang pour entretenir la vie.

Pour dégager l'oxyde de carbone combiné avec l'hémoglobine, le procédé qui m'a le mieux réussi consiste à introduire dans le récipient avec un entonnoir fixé au-dessus du robinet un volume d'acide acétique à 8° égal à celui du sang, puis à porter le bain d'eau de 40° à 100°; au bout d'un quart d'heure ou d'une demi-heure d'ébullition, on obtient par les manœuvres de la pompe la totalité de l'oxyde de carbone qui avait été fixé par l'hémoglobine; jamais le sang normal traité de même n'a donné la moindre trace d'oxyde de carbone.

3° Recherches des limites dans lesquelles l'oxyde de carbone est absorbé par l'organisme vivant.

En ajoutant à l'air des proportions déterminées d'oxyde de carbone, j'ai composé une série de mélanges que j'ai fait respirer à des animaux, de telle sorte que le mélange gazeux qui pénétrait dans les poumons par l'inspiration avait une composition constante, puis était rejeté par l'expiration dans l'air extérieur; la différence des volumes d'oxygène absorbés par deux échantillons de sang, l'un pris avant, l'autre pris après l'inhalation, était égale au volume d'oxyde de carbone fixé par le sang; j'ai pu mesurer ainsi le rapport

qui existe entre le volume du gaz toxique fixé par 100 centimètres cubes de sang et celui de ce gaz contenu dans 100 centimètres cubes du mélange indéfini qui avait circulé à travers les poumons de l'animal.

§ 1. *Absorption de l'oxyde de carbone dans un mélange à 1 p. 100.* — J'ai composé dans un grand sac de caoutchouc un mélange d'air et d'oxyde de carbone contenant 1 p. 100 de ce gaz; pour cela j'ai analysé d'abord le gaz préparé par le sel d'oseille et l'acide sulfurique, et j'ai trouvé que 100 centimètres cubes contenaient 90 c. c. 7 d'oxyde de carbone pur; pour trouver le volume x qui contiendrait 2000 centimètres cubes d'oxyde de carbone pur, j'ai écrit la proportion : $\frac{100}{90,7} = \frac{x}{2000}$; d'où $x = 2$ l. 205. On a fait passer dans une cloche graduée pleine d'eau munie d'un robinet 2 l. 205 d'oxyde de carbone, puis de l'air pour faire 10 litres, et par immersion dans l'eau on a fait pénétrer ce gaz dans un sac de caoutchouc qui avait reçu d'abord 190 litres d'air mesurés avec un compteur à gaz. On avait ainsi préparé un volume égal à 200 litres d'air contenant 1 p. 100 d'oxyde de carbone pur.

Chez un chien du poids de 14 kilogr. 5, on a pris 50 centimètres cubes de sang dans l'artère carotide : le sang a été défibriné dans un flacon. On a fixé sur la tête de l'animal une muselière de caoutchouc, unie à deux soupapes à eau, disposées convenablement pour que l'animal fît les inspirations dans le sac et les expirations dans l'air; au bout de 22 minutes, l'animal mourut; avec un trocart on piqua la veine cave inférieure pour obtenir du sang qui fut défibriné dans un flacon.

100^{cc} de sang normal ont absorbé....	22^{cc},1	d'oxygène sec à 0 et à 760^{mm}
100^{cc} — intoxiqué —	11 ,4	— —
Différence........	10^{cc},7	

Ainsi le chien est mort dans une atmosphère à 1 p. 100 d'oxyde de carbone bien avant que le sang ait été saturé de ce gaz, car 100 centimètres cubes de sang pouvaient encore absorber 11,4 d'oxygène. Puisque 100 centimètres cubes de sang avaient fixé 10 c. c. 7 d'oxyde de carbone, tandis que 100 centimètres cubes du mélange gazeux qui avait circulé dans les poumons contenaient 1 centimètre cube du même gaz, nous voyons que le sang, dans

les conditions de cette expérience, avait fixé à peu près 11 fois plus d'oxyde de carbone que l'air, à volume égal, n'en contenait.

§ 2. *Absorption de l'oxyde de carbone dans un mélange à 1 p. 185.* — En respirant un mélange d'air et d'oxyde de carbone à 0,54 p. 100 ou à 1 p. 185 contenant exactement autant de gaz toxique que l'air confiné dans lequel avait brûlé du charbon et qui a été analysé par Félix Leblanc, un chien mourut au bout de cinquante-deux minutes; 100 centimètres cubes de sang normal ont absorbé 21 c. c. 8 d'oxygène; 100 centimètres cubes de sang intoxiqué purent absorber seulement 6 c. c. 8 d'oxygène et contenaient, par suite, 15 centimètres cubes d'oxyde de carbone. L'air qui a circulé dans les poumons renfermait 0,54 p. 100 d'oxyde de carbone : le rapport de 16 à 0,54 est égal à 27,7 ; on peut donc dire que 100 centimètres cubes de sang avaient fixé à peu près 28 fois plus d'oxyde de carbone que le volume de ce gaz qui était contenu dans 100 centimètres cubes d'air.

§ 3. *Absorption dans un mélange à 1 p. 500.* — Dans une atmosphère contenant 1 p. 500 d'oxyde de carbone, on fit respirer un chien du poids de 9 kilogr. 4 pendant une demi-heure; 100 centimètres cubes de sang normal ont absorbé 24 c. c. 2 d'oxygène, et 100 centimètres cubes de sang intoxiqué ont absorbé 14 c. c. 2 d'oxygène : la différence égale à 10 centimètres cubes représente le volume d'oxyde de carbone qui avait été fixé par 100 centimètres cubes de sang; or, 100 centimètres cubes d'air renfermaient seulement 0 c. c. 2 d'oxyde de carbone; le rapport de 10 à 0.2 est égal à 50 : il y avait donc cinquante fois plus d'oxyde de carbone dans 100 centimètres cubes de sang que dans 100 centimètres cubes d'air introduits dans les poumons.

§ 4. *Absorption de l'oxyde de carbone dans un mélange à 1 p. 1000.* — Le lendemain le même animal fut astreint à respirer un mélange renfermant 1 p. 1000 d'oxyde de carbone pendant une heure et dix minutes; 100 centimètres cubes de sang partiellement intoxiqué avaient une capacité respiratoire de 15 c. c. 4 et 100 centimètres cubes de sang normal une capacité de 25 c. c. 5; la différence égale à 10 c. c. 1 représentait le volume d'oxyde de carbone qui avait été absorbé par 100 centimètres cubes de sang; mais

100 centimètres cubes d'air ne contenaient que 0 c. c. 1 de gaz toxique; donc le sang, à volume égal, avait fixé 100 fois plus d'oxyde de carbone que l'air n'en contenait; le rapport que nous mesurons va donc en augmentant.

§ 5. *Absorption dans un mélange à 1 p. 2000.* — J'ai composé un mélange renfermant 1 p. 2000 d'oxyde de carbone que j'ai fait respirer à un chien pesant 18 kilogr. 9 pendant trois quarts d'heure; 100 centimètres cubes de sang normal ont absorbé 21 c. c. 8 d'oxygène, tandis que 100 centimètres cubes de sang partiellement intoxiqué ont absorbé 17 c. c. 2 d'oxygène; la différence égale à 4 c. c. 7 représente le volume d'oxyde de carbone fixé et le rapport que nous cherchons devient égal à 94; dans les conditions énoncées, le sang a fixé 94 fois plus d'oxyde de carbone que l'air n'en contenait.

§ 6. *Absorption dans un mélange à 1 p. 4000.* — J'ai fait respirer pendant une heure un mélange contenant 1 p. 4000 d'oxyde de carbone; les capacités respiratoires des deux échantillons de sang ont été 21,1 et 19,9; la différence 1 c. c. 2 représente le volume d'oxyde de carbone que 100 centimètres cubes de sang ont absorbé, tandis que 100 centimètres cubes d'air contenaient seulement 0 c. c. 025 de ce gaz; le rapport de ces volumes est égal à 48.

§ 7. *Absorption de l'oxyde de carbone dans un mélange à 1 p. 5000.* — Enfin, j'ai ajouté à 200 litres d'air 40 centimètres cubes d'oxyde de carbone pur dans un grand sac de caoutchouc, mélange à 1 p. 5000, que j'ai fait respirer à un chien de petite taille du poids de 5 kilogr. 300; j'ai pris d'abord dans l'artère carotide un premier échantillon de sang; par la muselière et à l'aide de l'appareil à deux soupapes hydrauliques l'animal a vidé le ballon en 44 minutes; 100 centimètres cubes du premier échantillon de sang ont absorbé 25 centimètres cubes d'oxygène, tandis que 100 centimètres cubes du second échantillon ont absorbé 21,6 ou 3 c. c. 4 d'oxygène en moins; ils avaient fixé par conséquent 3 c. c. 4 d'oxyde de carbone. En ajoutant au sang partiellement intoxiqué de l'acide acétique à 8° on a pu obtenir 1 c. c. 9 d'oxyde de carbone dégagé, ce qui a confirmé le premier résultat.

Ainsi dans une atmosphère contenant seulement 1 p. 5000 d'oxyde

de carbone, ce gaz est encore absorbé d'une manière notable, et je n'ai pas encore atteint une limite telle que le sang cesserait absolument d'absorber l'oxyde de carbone.

4° Mesure de la dose toxique d'oxyde de carbone chez divers animaux.

§ 1. *Expériences faites sur des moineaux.* — 9 novembre 1880. On place un moineau dans un bocal de verre dans le fond duquel on fait arriver un tube qui communique avec un sac de caoutchouc rempli d'un mélange d'air et d'oxyde de carbone à 1 p. 1000; entre ce tube et le sac que l'on comprime on a disposé un petit flacon barboteur à eau et on fait arriver rapidement le mélange dans le bocal; au bout de deux heures, l'oiseau ne présente aucun phénomène, on cesse l'expérience.

Mélange à 1 p. 500. — A 4 h. 1 m., début de l'expérience; 4 h. 10 m., le moineau ouvre le bec; 4 h. 55 m., les paupières sont fermées, dyspnée; 5 h. 35 m., respire très lentement; 5 h. 42 m., arrêt des mouvements respiratoires.

On ouvre le thorax, le cœur bat encore, les muscles et le sang sont d'un rouge vif; l'arrêt de la respiration a eu lieu au bout de 1 h. 41 m.

A l'examen spectroscopique, par l'action du sulfhydrate d'ammoniaque, les deux bandes ne disparaissent pas complètement, mais il y a une réduction manifeste; une certaine quantité d'hémoglobine avait échappé à l'action du gaz toxique.

Mélange à 1 p. 400. — A 3 heures, début de l'expérience; 3 h. 17 m., dyspnée; l'oiseau est couché et ne peut se relever; 3 h. 30 m., il s'agite, reste couché, les paupières se ferment; 3 h. 43 m., dyspnée; 4 h. 10 m., mort au bout de 1 h. 10 m.

Mélange à 1 p. 500. — Au bout de 2 h. 47 m., un moineau n'est pas mort.

Mélange à 1 p. 450. — Le même moineau qui a résisté au mélange à 1 p. 500 est soumis à un mélange à 1 p. 450 et meurt au bout de 2 h. 2 m.; la dose toxique chez le moineau paraît donc comprise entre 1 p. 450 et 1 p. 400.

§ 2. *Expériences faites sur des chiens.* — *Mélange à 1 p. 400.* — On applique sur la tête d'un chien une muselière de caoutchouc

qui communique avec deux soupapes à eau; la soupape d'inspiration est unie au grand sac de caoutchouc contenant 200 litres de mélange.

4 h. 19 m., début de l'expérience; 4 h. 40 m., agitation, cris; 5 h. 15 m., au bout de 56 minutes, le sac étant vide, on détache l'animal qui reste couché et qui ne peut pas se relever; quelques gouttes de sang prises par une petite incision de l'oreille sont mélangées avec de l'eau et soumises à l'examen spectroscopique; les deux bandes de l'hémoglobine persistent malgré l'emploi du sulfhydrate d'ammoniaque; la réduction est à peine visible, le sang était fortement oxycarboné.

Mélange à 1 p. 350. — A 1 h. 34 m., début de l'expérience; 1 h. 41 m., agitation et cris; 2 h. 19 m., fin.

En 45 minutes, le sac qui contenait 200 litres a été vidé; l'animal détaché reste couché et ne peut se relever qu'au bout de quelques minutes.

Mélange à 1 p. 300. — Le même animal commence à respirer le mélange à 3 h. 10 m.; à 3 h. 35, il crie et s'agite; 4 h. 2 m., au bout de 50 minutes, la respiration s'arrête, l'animal meurt sans la moindre agitation, il avait fait circuler dans ses poumons 146 litres de gaz; la capacité respiratoire du sang a été trouvée égale à 6,8, ce qui indiquait une grande quantité d'oxyde de carbone fixé par le sang.

Mélange à 1 p. 350. — Chien de la même portée; 2 h. 50 m., début de l'expérience; 3 h. 16 m., vive agitation; 3 h. 48 m., au bout de 58 minutes, le sac est vidé, l'animal est très abattu et reste couché sur le flanc.

Mélange à 1 p. 300. — Le même animal a vidé le sac en 59 minutes en présentant les mêmes phénomènes.

Mélange à 1 p. 275. — 4 h. 27 m, début de l'expérience; 4 h. 46 m., légère agitation; 5 h. 5 m., agitation et cris; 5 h. 10 m., extension des pattes; 5 h. 16 m., au bout de 49 minutes, l'animal ne meurt pas; détaché il reste couché sur le flanc; 6 minutes après, il commence à relever la tête.

Mélange à 1 p. 250. — 3 h. 20 m., début; 3 h. 25 m., agitation; 3 h. 39 m., agitation et cris; 4 h. 4 m., ralentissement de la respiration; 4 h. 6 m., arrêt des mouvements respiratoires. La mort est survenue au bout de 46 minutes; la capacité respiratoire du sang était fort petite; elle était égale à 5,6.

J'ai toujours eu le soin de laisser entre chaque expérience un ou

deux jours d'intervalle. On voit donc que, chez le chien, il y a certaines différences individuelles; la dose toxique a été chez un animal 1 p. 300, chez un autre 1 p. 250; il est certain qu'il existe aussi chez l'homme des différences individuelles; deux personnes ont-elles respiré le même mélange toxique, la vapeur du charbon, par exemple, il arrive souvent que l'une meurt, tandis que l'autre est seulement malade et revient à la santé.

§ 3. *Expériences faites sur des lapins.* — Un mélange contenant 1 p. 400 de CO est-il toxique? 4 h. 16 m., on fixe sur la tête d'un lapin une muselière de caoutchouc réunie à deux soupapes de Müller en ayant soin d'immerger les tubes dans l'eau à une faible profondeur, à 1 centimètre environ.

A 5 h. 31 m., après 1 h. 15 m., on arrête l'expérience; l'animal détaché paraît à l'état normal.

Mélange à 1 p. 200. — Même lapin; 2 h. 21 m. début: 3 h. 35, prise de quelques gouttes de sang par une section faite à l'oreille trempée dans l'eau; examen au spectroscope : on voit que les deux bandes sont affaiblies par le sulfhydrate d'ammoniaque, mais qu'elles persistent manifestement.

3 h. 42 m., au bout de 1 h. 21 m., l'animal détaché paraît à l'état normal.

Le même lapin a respiré un mélange à 1 p. 100, le lendemain un mélange à 1 p. 90 pendant 45 minutes et n'a présenté qu'un peu d'agitation; détaché, il s'est mis à marcher aussitôt.

Mélange à 1 p. 80. — 3 h. 57 m., début; 4 h., agitation et cris; 4 h. 37 m., au bout de 40 minutes, l'animal détaché conserve la tête droite.

Mélange à 1 p. 70. — 4 h. 40 m., début; 4 h. 43 m., vive agitation; respiration très accélérée; à 4 h. 46, on compte 140 inspirations et expirations par minute.

5 h. 19 m., l'animal a fait circuler 50 litres dans ses poumons: au bout de 40 minutes, il est détaché, se tient couché sur le flanc sans pouvoir se relever; 10 minutes après, le lapin se relève et commence à se mouvoir.

Mélange à 1 p. 60. — Même lapin; début à 2 h. 54 m.; 2 h. 56 m., grande agitation; 3 h. 5 à 3 h. 6, 120 respirations par minute; 3 h. 8 m., agitation; 3 h. 10 m., ralentissement des mouvements respiratoires; de 3 h. 12 à 3 h. 13 m., 40 inspirations; 3 h. 15 m.,

la tête penche d'un côté; 3 h. 18 m., l'animal crie; 3 h. 21 m., dernière inspiration, au bout de 27 minutes; le cœur bat encore, de 3 h. 25 à 3 h. 26 m. derniers battements du cœur. On prend dans la veine cave inférieure avec un trocart du sang qui est défibriné dans un flacon et agité avec du gaz oxygène; la capacité respiratoire était seulement 9,7. J'ai souvent trouvé que la capacité respiratoire du sang normal chez le lapin est égale à 18; le sang était donc à peu près à moitié oxycarboné.

Mélange à 1 p. 70. — On a fait respirer à un lapin ce mélange qui n'avait pas tué l'animal précédent : 2 h. 9 m., début; 2 h. 25 m., agitation; 2 h. 35, la tête tombe de côté, les mouvements respiratoires se ralentissent; 2 h. 47 m., arrêt des respirations, le cœur bat encore, il s'arrête à 2 h. 50 m.; ainsi le lapin est mort en 38 minutes et il avait fait circuler dans ses poumons 40 litres du mélange toxique.

La dose toxique chez cet animal paraît donc comprise entre 1 p. 60 et 1 p. 70.

§ 4. *Expérience des trois animaux.* — Pour mettre bien en évidence les différences que présentent les animaux quand on les soumet à l'action de l'oxyde de carbone, je fais dans les cours l'expérience suivante : on injecte dans un grand sac de caoutchouc à l'aide du compteur à gaz 198 litres d'air et 2 litres d'oxyde de carbone pur, mélange à 1 pour 100.

A 3 h. 8 m., on fait passer le gaz à travers un flacon qui renferme un moineau; à 3 h. 12 m., l'oiseau est mort. A 3 h. 9 m., un lapin commence à respirer le mélange; à 3 h. 10 m., on commence à faire respirer le même mélange par un chien; 12 minutes après, à 3 h. 22 m., les mouvements respiratoires du chien s'arrêtent; à 3 h. 25 m., on constate l'arrêt du cœur; le lapin ne présente aucun phénomène; à 3 h. 29 m., 20 minutes après le début de l'expérience, on le détache; il paraît à l'état normal.

Les expériences comparatives que je viens de résumer démontrent des différences profondes dans l'action du même réactif physiologique sur les animaux que j'ai choisis, chien, lapin, moineau, qui sont tués par des doses aussi variables que 1 p. 400, 1 p. 250, 1 p. 60.

II

Élimination de l'oxyde de carbone.

1° *Historique.*

J'arrive maintenant à une question difficile et qui a donné lieu à de nombreux travaux : sous quelle forme l'oxyde de carbone est-il éliminé après un empoisonnement partiel? « M. Chenot, dit Claude Bernard [1], est le premier qui nous ait donné une théorie de l'action de l'oxyde de carbone; il avait supposé que, si l'oxyde de carbone était nuisible, c'était uniquement parce que, une fois introduit dans le sang, il se combinait à l'oxygène de l'air inspiré pour se transformer en acide carbonique avec dégagement excessif de chaleur. Ensuite est venue ma théorie, dans laquelle j'admettais que l'oxyde de carbone forme avec le globule sanguin une combinaison très stable et telle qu'elle tue, minéralise en quelque sorte le globule du sang qui, dès lors, doit mourir ou être éliminé de l'économie.

« Mais un physiologiste russe, M. Pokrowsky, a repris l'idée, sinon la théorie de M. Chenot. Après avoir constaté que des animaux asphyxiés par l'oxyde de carbone pouvaient souvent être ramenés à la vie, si l'on pratiquait à temps sur eux la respiration artificielle, ce physiologiste a admis que l'oxyde de carbone introduit dans l'organisme se change lentement en acide carbonique, et que c'est sous cette forme qu'il est éliminé. Il appuie du reste cette opinion sur des expériences dans lesquelles il dit avoir constaté une plus grande quantité d'acide carbonique dans l'air exhalé par les poumons, à mesure que l'oxyde de carbone s'éliminait du sang de l'animal.

« Mais sans mettre complètement en doute la rigueur de ces expériences, elles ne sont cependant pas absolument concluantes, et l'auteur en convient lui-même, à cause de la difficulté presque insurmontable d'éviter toutes les causes d'erreurs multiples qui peuvent faire varier l'exhalation de l'acide carbonique.

« Mais, en dehors de toutes les théories, il reste un fait bien évident que nous avons pour la première fois constaté avec le

1. Claude Bernard, *Leçons sur les anesthésiques et sur l'asphyxie*, J.-B. Baillière, 1875, p. 458.

spectroscope, c'est que l'oxyde de carbone, une fois entré dans l'économie, peut en sortir, disparaître ou s'éliminer assez rapidement. Mais la question théorique qui subsiste toujours est celle de savoir sous quelle forme se fait cette disparition ou cette élimination. Est-ce à l'état d'acide formique, ou de formiate? Est-ce en nature sous forme d'oxyde de carbone? Est-ce enfin sous forme d'acide carbonique?

« On n'a jamais pu constater la formation d'aucune trace d'acide formique pendant cette élimination ou cette disparition d'oxyde de carbone : il faut donc écarter de suite cette première hypothèse.

« Quant à l'élimination de l'oxyde de carbone, M. Gréhant est arrivé à une opinion différente de celle qu'avaient donnée MM. Chenot et Pokrowsky. A l'aide d'un appareil spécial, il analyse le gaz de l'expiration d'un animal qui a absorbé de l'oxyde de carbone. Ce gaz passe d'abord sur de la pierre ponce imbibée de potasse, qui lui enlève entièrement son acide carbonique, ainsi que le montre un tube témoin à eau de baryte. Le gaz de l'expiration passe ensuite dans un tube de verre rempli d'oxyde de cuivre, et chauffé au rouge sur la grille à analyse; en arrivant ensuite dans un barboteur à eau de baryte placé à la suite du tube à oxyde de cuivre, le gaz produit un précipité abondant de carbonate de baryte. M. Gréhant considère l'acide carbonique ainsi obtenu comme le produit de l'oxydation complète de l'oxyde de carbone que le gaz expiré avait contenu. Mais, parmi les produits de la respiration, il est tant de matières organiques dont la combustion peut produire de l'acide carbonique, que dans ces expériences on doit toujours conclure avec beaucoup de réserve. »

J'ai tenu à reproduire ici cette longue citation de Claude Bernard qui conclut un peu plus loin que le problème de l'élimination de l'oxyde de carbone reste toujours sans solution. Depuis la mort prématurée de ce grand physiologiste, un travail important de M. le Dr Kreis fait dans le laboratoire de physiologie de M. le prof. Hermann, à Zurich, fut publié en 1881, dans les *Archives de Pfluger*. C'est à tort que M. Kreis attribue à Claude Bernard l'opinion que l'oxyde de carbone est éliminé en nature ; j'avoue franchement que, malgré tous mes efforts, je n'ai pas pu convaincre mon illustre maître du fait de l'élimination en nature que j'ai découvert; je suis persuadé que, s'il vivait encore, il admettrait les nouvelles preuves expérimentales que j'ai données et que le travail de M. Kreis m'a

fait rechercher : en physiologie, la vérité est souvent voilée et il faut faire de grands efforts pour la découvrir.

M. Kreis a cherché dans quelles limites un mélange de sang oxycarboné et de sang oxygéné peut être reconnu au spectroscope ; du sang défibriné fut agité avec de l'oxyde de carbone, jusqu'à complète saturation, et étendu d'eau distillée dans le rapport de 1 à 40 ; le même mélange avec l'eau fut effectué avec du sang oxygéné et ensuite les deux échantillons de sang furent mélangés dans des rapports que l'on a fait varier, et on reconnut que la limite de démonstration de l'oxyde de carbone dans le sang au moyen de l'appareil spectral se trouve dans un mélange qui contient de 47 à 48 p. 100 de sang oxycarboné ; la quantité de ce sang est-elle moindre, on voit la bande large de l'hémoglobine privée d'oxygène qui coïncide avec les deux bandes de l'hémoglobine oxycarbonée et laisse difficilement reconnaître celles-ci.

La recherche de l'air expiré était faite de la manière suivante : l'air soumis à la recherche était d'abord conduit à travers deux appareils à potasse pour enlever tout l'acide carbonique, ensuite il traversait un tube à baryte claire pour contrôler l'absorption de l'acide carbonique, et il était conduit ensuite à travers un tube à combustion long de 1 mètre qui était rempli avec de l'amiante récemment chauffée au rouge pendant toute l'expérience. Après ce tube à combustion venaient encore deux tubes clairs à baryte à travers lesquels devait passer l'air sortant du tube à combustion. S'il existait de l'oxyde de carbone dans l'air soumis à la recherche, celui-ci se transformait, aux dépens de l'oxygène de l'air mélangé avec lui dans le tube à combustion, en acide carbonique qui troublait l'eau de baryte.

Je dois faire remarquer que cet appareil rappelle tout à fait celui dont je me suis servi dès l'année 1873 et j'ajouterai que mon appareil présente plusieurs avantages sur celui de M. Kreis :

1° Le tube à combustion contient de l'oxyde de cuivre qui transforme à une température moins élevée l'oxyde de carbone en acide carbonique ;

2° Tout l'appareil est pourvu de fermetures hydrauliques qui s'opposent absolument à l'entrée de l'air extérieur ;

3° Le précipité de carbonate de baryte est décomposé dans le vide par un acide (l'acide chlorhydrique pur étendu et bouilli) et

on recueille à l'aide de la pompe à mercure un volume d'acide carbonique égal à celui de l'oxyde de carbone qui a été brûlé.

Ce dernier procédé me paraît plus exact que celui dont s'est servi M. Kreis, qui consiste dans l'emploi de liqueurs titrées servant à doser la baryte qui ne s'est point combinée avec l'acide carbonique.

M. Kreis pense que dans l'empoisonnement partiel des animaux par les poumons, il reste pendant fort longtemps des traces d'oxyde de carbone dans les poumons, et il attribue l'oxyde de carbone que j'ai trouvé dans l'air expiré à cette origine; je répondrai à cette objection par une expérience directe.

Parmi les nombreuses expériences qui ont été faites par M. Kreis, je dois citer surtout celles qui sont relatives à l'injection de sang oxycarboné dans les vaisseaux d'un animal et dans lesquelles l'auteur a recherché l'oxyde de carbone dans l'air expiré; voici un tableau qui donne les résultats de trois expériences faites sur le lapin.

Expériences.	Poids de l'animal. en gr.	Quantité de sang.	Sang oxycarboné injecté.	CO contenu.	CO expiré.	En centièmes.	En nombre rond.
1	1430	77	34^{cc}	6,3	1,2	20	1/5
2	1700	91	35	6,3	1,5	24	1/4
3	1680	90	30	5,4	1,1	20	1/5

Il n'y aurait donc dans l'air expiré que 1/4 ou 1/5 de l'oxyde de carbone qui a été introduit dans le sang, et cette faible fraction d'oxyde de carbone s'expliquerait par la tension que posséderait le sang oxycarboné.

Comme conclusion de toutes ses recherches, M. Kreis affirme que les données de Gréhant ne sont pas valables, mais que dans l'empoisonnement par l'oxyde de carbone une très petite quantité seulement de ce gaz est expirée en nature, tandis que la majeure partie est détruite et transformée en acide carbonique.

Je dois maintenant exposer les recherches personnelles qui m'ont conduit à des résultats tout à fait différents.

2° *Recherche chimique de l'oxyde de carbone.*

§ 1. *Description de l'appareil.* — Le tube à combustion est si employé dans l'analyse organique que je ne devrais pas décrire l'appareil dont je me sers si je n'avais employé plusieurs disposi-

tions qui m'ont paru nécessaires pour donner à la recherche une exactitude aussi grande que possible, et pour mettre à l'abri de toute cause d'erreur. Si en quelques points de l'appareil l'air extérieur pouvait entrer, l'acide carbonique de l'air du laboratoire, qui se trouve en proportion assez grande à cause de la combustion du gaz dans la grille à analyse, troublerait l'eau de baryte et rendrait l'expérience complètement inexacte. Il fallait en outre faire passer très lentement à travers le tube à combustion un volume de gaz s'élevant à 50 ou 60 litres, dont le passage pouvait exiger quatre jours et quatre nuits; il était donc nécessaire de produire une aspiration très lente et tout à fait constante. J'ai reconnu que, pour un dosage exact, le passage des gaz à travers le tube à combustion doit être d'autant plus lent que la proportion d'oxyde de carbone contenue dans le mélange est plus petite; or nous verrons que cette proportion est souvent inférieure à 1 p. 6000.

L'appareil (fig. 4) se divise en quatre parties : 1° le sac de caoutchouc qui contient le gaz qu'il s'agit d'analyser, les flacons de Durand contenant de la potasse destinée à l'absorption de l'acide carbonique, et un tube témoin à eau de baryte; 2° le tube à combustion; 3° un long tube rempli à moitié d'eau de baryte maintenu de manière que son axe fasse un angle très aigu avec l'horizon; 4° l'appareil d'aspiration et le régulateur d'aspiration.

1° Le sac de caoutchouc qui est destiné à recevoir les produits de la respiration d'un animal, doit être d'abord débarrassé de tout gaz autre que l'air; on le remplit à l'aide de la trompe d'air pris en dehors du laboratoire, puis on le vide; ce lavage à l'air pur est plusieurs fois répété. Pour absorber complètement l'acide carbonique de l'air expiré par un animal on dispose trois flacons de Durand qui sont remplis aux deux tiers d'une solution concentrée de potasse. Le col de chaque flacon qui est traversé par un rodage et par deux tubes, l'un qui se rend au fond du flacon, l'autre à la partie supérieure, est soigneusement verni pour que l'air ne puisse rentrer; je l'enveloppe en outre d'un manchon de caoutchouc plein d'eau; après les trois flacons qui renferment de la potasse, je place encore un quatrième barboteur contenant une solution de baryte qui doit toujours rester claire et indiquer que le gaz qui doit traverser le tube à oxyde de cuivre est absolument dépouillé d'acide carbonique.

2° *Tube à combustion.* — Ce tube en verre de Bohême, diffi-

cilement fusible, est d'abord coudé à angle droit à une extrémité, puis rempli de cuivre réduit par l'hydrogène que l'on a grillé dans un têt en le chauffant avec le chalumeau à gaz et air, pour l'oxyder. On introduit le tube de verre dans un tube de cuivre large de 4 centimètres environ dans l'axe duquel on le maintient convenablement; ce tube de cuivre servira à répartir plus uniformément la chaleur fournie par 24 becs de Bunsen munis chacun d'un robinet; la seconde extrémité du tube de

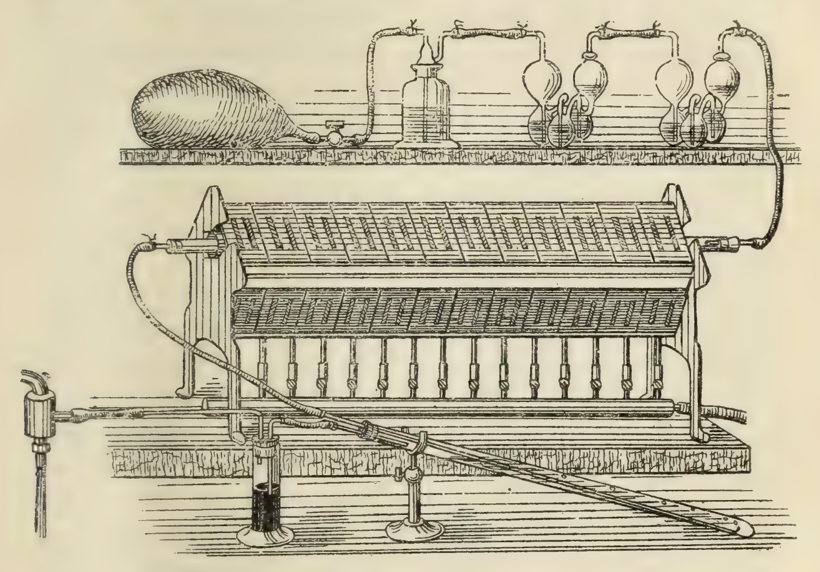


Fig. 4. — Appareil servant à la recherche de l'oxyde de carbone.

verre est recourbée une seconde fois à angle droit, dans le même plan que la première.

3° A la suite du tube à combustion on place sur un support convenable un tube de verre long de 1 mètre environ fermé à une extrémité qui reçoit d'abord une colonne d'eau de baryte pure et filtrée ayant environ 60 centimètres de hauteur; on ferme ce tube avec un bouchon de caoutchouc à deux trous qui sont traversés par deux tubes de verre courbés à angle droit; l'un de ces tubes pénètre à une profondeur de quelques centimètres, et reçoit à l'aide d'un tube de caoutchouc un long tube droit de verre de même diamètre qui atteint la partie inférieure fermée du tube à baryte. Ce tube droit qui présente à sa partie inférieure un anneau de carbonate de baryte très adhérent au verre, quand un gaz contenant du

carbone a traversé la colonne d'oxyde de cuivre rouge, doit être laissé dans la baryte; à la fin de l'expérience, on le détache du caoutchouc.

J'ai choisi l'eau de baryte plutôt que la potasse pour plusieurs raisons. On voit s'il y a un précipité de carbonate de baryte; par suite on reconnaît aussitôt s'il y a eu combustion d'oxyde de carbone ou d'un gaz combustible contenant du carbone. L'emploi de tubes à potasse, que l'on pèse avant et après le passage des gaz, exige que les gaz soient desséchés, ce qui compliquerait beaucoup l'appareil et ce qui présenterait de grandes difficultés dans le cas où l'on doit faire passer à travers l'oxyde de cuivre un grand volume de gaz saturé d'humidité : on serait obligé en outre de supprimer les fermetures hydrauliques qui me paraissent tout à fait nécessaires pour que jamais l'air extérieur ne puisse pénétrer dans l'appareil et troubler la baryte par l'acide carbonique qu'il contient et qui est surtout abondant au voisinage de la grille à analyse.

Pour décomposer dans le vide le carbonate de baryte obtenu qui se trouve dans l'eau de baryte et à l'extrémité du tube d'arrivée des gaz, j'emploie une disposition très simple : je réunis par un gros tube de caoutchouc que j'enveloppe ensuite de bandes de caoutchouc le tube à baryte avec un tube de verre tout semblable long de un mètre, mais ouvert aux deux bouts, dont l'extrémité effilée est unie au tuyau d'aspiration d'une pompe à mercure; je fais dans ce long tube incliné sur l'horizon et plongeant dans un bain d'eau bouillante un vide approché et suffisant à l'aide d'une trompe de Golaz adaptée au-dessus du robinet de la pompe, cette opération dure deux minutes environ; j'introduis par le robinet de la pompe, à l'aide du caoutchouc qu'il porte et qui est immergé dans le mercure de la petite cuve et à l'aide d'une pipette un certain volume, 25 centimètres cubes, par exemple, d'une solution d'acide chlorhydrique pur dans l'eau distillée, que l'on a fait bouillir pour chasser les moindres traces d'acide carbonique qu'elle pourrait contenir, l'acide décompose le carbonate de baryte et on recueille l'acide carbonique dans un tube gradué plein de mercure; quelques manœuvres de la pompe suffisent pour que l'on obtienne le vide absolu; on dose l'acide carbonique sur la cuve à mercure profonde à l'aide de la potasse qui l'absorbe.

4° *Appareil d'aspiration.* — Pour aspirer les gaz à travers tout l'appareil, je fais usage de la trompe métallique de Golaz qui rend de

grands services dans les laboratoires et qui permet de faire un vide plus parfait que celui qui est donné par les machines pneumatiques ordinaires, le tuyau d'aspiration de la trompe est uni à un grand flacon qui sert de réservoir à air raréfié; l'ouverture du flacon est fermée par un bouchon de caoutchouc percé de trois ouvertures que traversent trois tubes de verre courbés à angle droit; l'un de ces tubes reçoit le tuyau d'aspiration de la trompe; l'autre communique par un tube de caoutchouc portant une pince à vis avec le tube barboteur à eau de baryte, le troisième tube est uni à un régulateur d'aspiration qui est construit très facilement; on prend un petit bocal cylindrique de verre dans lequel on verse du mercure; on le ferme par un bouchon de caoutchouc à 2 trous qui sont traversés l'un par un tube droit de verre que l'on immerge plus ou moins dans le mercure, l'autre par un tube courbé qui est réuni au réservoir à vide. Si le tube droit enfonce de 5 centimètres dans le mercure, dès que la pression dans le réservoir devient légèrement inférieure à 5 centimètres, l'air extérieur rentre à travers le mercure et maintient constante cette diminution de pression; si celle-ci n'est pas suffisante pour faire circuler les gaz à travers tout l'appareil, on enfonce peu à peu le tube droit dans le mercure jusqu'à ce que le barbotage ait lieu; puis on règle avec la pince à pression à vis le passage des gaz qui doit se faire lentement, bulle à bulle; le tube à baryte étant incliné de manière à faire un angle de 20° environ avec l'horizon les bulles de gaz restent plus longtemps en contact avec la longue colonne d'eau de baryte.

§ 2. *Essai de l'appareil.* — On chauffe au rouge sombre le tube à oxyde de cuivre, puis on fait passer à travers tout l'appareil de l'air pris en dehors du laboratoire; or, constamment, j'ai vu le premier jour l'eau de baryte placée à la suite du tube à combustion troublée et présentant un précipité plus ou moins abondant de carbonate de baryte; ce précipité tient probablement à la présence dans le tube à combustion d'une petite quantité de matière organique ou de carbonate de chaux qui adhérait à la surface intérieure du tube ou qui était mélangé avec le cuivre grillé. Le lendemain, on remplaçait l'eau de baryte et l'on recommmençait à faire barboter lentement l'air pris en dehors du laboratoire. Cette fois on ne trouvait généralement plus le moindre trouble de l'eau de baryte, quarante-huit heures après le début de l'expérience. Il faut se

garder, en faisant cet essai, de faire passer l'air du laboratoire qui pourrait donner toujours un précipité s'il renfermait, ce qui arrive souvent, des traces de gaz d'éclairage ; c'est seulement lorsque l'eau de baryte, malgré un barbotage de vingt-quatre heures de l'air extérieur, ne présente pas le moindre trouble, que l'appareil est prêt pour les recherches.

§ 3. *Exactitude du dosage.* — J'ai cherché d'abord si l'appareil à combustion permet de doser à l'état d'acide carbonique tout l'oxyde de carbone contenu dans un mélange gazeux, lorsque la proportion relative de ce gaz est faible ; j'ai composé un mélange de 4 litres d'air et de 10 c. c. 6 d'oxyde de carbone pur, renfermant par suite $\frac{10,6}{4010,6} = \frac{1}{378}$ d'oxyde de carbone. Le barbotage du gaz à travers l'appareil commence à cinq heures du soir. Le lendemain, à huit heures du matin, on trouve le barbotage complètement arrêté ; l'air rentre régulièrement par le régulateur d'aspiration ; il y a un précipité abondant de carbonate de baryte ; en le décomposant dans le vide, on obtient 10 c. c. 2 d'oxyde de carbone ; on a donc retrouvé 10,2 au lieu de 10,6, c'est-à-dire les 96 p. 100 du gaz qui a été mélangé avec l'air.

D'autres expériences d'essai m'ont démontré que si le barbotage de gaz est rapide, une partie de l'oxyde de carbone échappe à la combustion, tandis que le barbotage lent permet un dosage très exact de l'oxyde de carbone ; et j'ai reconnu que plus est petite la proportion de ce dernier gaz dans l'air, plus lentement on doit faire passer les gaz à travers l'appareil à combustion.

Je saisis l'occasion qui m'est offerte de publier ici les résultats qui ont été obtenus par mon collègue et ami M. Œchsner de Coninck, dans le laboratoire de chimie de la Faculté des sciences de Montpellier, et qui ont été publiés dans les comptes rendus de la Société de biologie en 1886. « Les conditions analytiques les plus favorables pour doser dans un mélange gazeux de faibles quantités d'oxyde de carbone me paraissent être, *a priori*, celles qui résultent de la belle synthèse de l'acide formique réalisée par M. Berthelot, en faisant réagir l'oxyde de carbone sur l'hydrate de potasse :

$$CO + KHO = CO^2 KH.$$

« Ces conditions, que comporte toute réaction lente, doivent être

également respectées lorsqu'il s'agit de doser l'oxyde de carbone à l'état de gaz carbonique.

« En me plaçant dans des conditions semblables à celles qui sont décrites avec tant de soin dans la note de M. Gréhant du 3 avril dernier, j'ai obtenu les résultats suivants :

« *Première expérience.* — 60 litres d'air sont additionnés de 12 centimètres cubes d'oxyde de carbone; le passage du gaz à travers le système des tubes à potasse, à oxyde de cuivre, à eau de baryte, etc., est très lent. J'ai retrouvé finalement 11 centimètres cubes CO, soit les 9/10 à l'état d'acide carbonique.

« *Deuxième expérience.* — 30 litres d'air sont additionnés de 6 centimètres cubes et traités de même.

« J'ai retrouvé 5 c.c. 3 CO, soit les 80/100.

« *Troisième expérience.* — 15 litres d'air sont mélangés avec 3 centimètres cubes CO.

« J'ai retrouvé 2 c.c. 2 CO, soit les 7/10.

« Il est inutile d'ajouter que dans les deux dernières expériences le courant gazeux a été mené avec une lenteur extrême.

« Ces expériences confirment l'exactitude du procédé de dosage de l'oxyde de carbone employé par M. Gréhant. »

3° *L'oxyde de carbone se trouve dans l'air expiré recueilli après un empoisonnement partiel.*

J'ai donné dans mon mémoire sur le mode d'élimination de l'oxyde de carbone les résultats d'une expérience qui a consisté à produire chez un chien un empoisonnement partiel, à recueillir 17 minutes après 100 litres d'air expiré; l'analyse chimique a montré que ce volume gazeux qui a été obtenu en 45 minutes renfermait 10 centimètres cubes d'oxyde de carbone, et par conséquent une proportion très faible de ce gaz, égale à 1 p. 10000.

C'est sur ce résultat positif que je me suis appuyé pour affirmer que l'oxyde de carbone est éliminé en nature; mais ne peut-on pas objecter que les produits de la respiration des animaux peuvent contenir des matières organiques qui, traitées par l'oxyde de cuivre, donneraient lieu à la production d'acide carbonique et à la formation de carbonate de baryte : c'est là une objection très sérieuse et qui m'a été faite par Claude Bernard lui-même; j'ajouterai que des travaux récents de M. le professeur Brown-Sequard et de M. d'Ar-

sonval ont démontré dans l'air expiré par les animaux la présence de matières organiques qui, recueillies convenablement et injectées sous la peau d'autres animaux, ont déterminé la mort de ceux-ci.

Aussi, avant d'aller plus loin, j'ai employé la méthode des expériences comparatives dont Claude Bernard a donné tant d'exemples et qui permet d'arriver à la vérité au milieu des phénomènes si complexes que présentent les êtres vivants. J'ai recueilli chez un chien laissé à l'état normal les gaz expirés pendant 35 minutes, et je n'ai pas obtenu, en faisant passer ces gaz sur l'oxyde de cuivre, la moindre trace de carbonate de baryte ; ainsi bien que les gaz expirés par un animal contiennent des matières organiques, ces matières volatiles sont complètement absorbées par les barboteurs à potasse de l'appareil à combustion.

L'air expiré normal ne donne aucun précipité, tandis que l'air expiré recueilli après une intoxication partielle fournit toujours un précipité de carbonate de baryte et paraît contenir par suite *de l'oxyde de carbone.*

Ces expériences comparatives, plusieurs fois répétées, ont donné exactement les mêmes résultats.

§ 1. *Dosage de l'oxyde de carbone éliminé par un chien, après un empoisonnement partiel.* — J'ai mesuré chez un chien la quantité de sang par le procédé que nous avons fait connaître, M. Quinquaud et moi [1], et j'ai trouvé 1037 centimètres cubes de sang; 100 centimètres cubes de sang normal ont absorbé 22 c. c. 9 d'oxygène (capacité respiratoire), tandis que 100 centimètres cubes de sang empoisonné pris à la fin de la mesure n'ont absorbé que 12 c. c. 4 d'oxygène; il y avait donc 22,9 — 12,4 = 10 c.c. 5 d'oxyde de carbone fixé par le sang.

J'ai laissé l'animal respirer dans l'air et j'ai mesuré avec le compteur à gaz le volume d'air que les mouvements respiratoires ont fait circuler à travers les poumons; ce volume a été trouvé égal à 237 litres en 1 heure 4 minutes ; volume assez considérable pour qu'il ne soit pas possible d'admettre qu'il soit resté dans les poumons la moindre trace du gaz oxyde de carbone ayant servi à l'empoisonnement partiel; on a pris alors dans l'artère carotide un échantillon de sang, on a recueilli l'air expiré par l'animal pendant dix minutes.

1. *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, 1882, p. 564.

et enfin on a pris aussitôt un second échantillon de sang artériel; les capacités respiratoires de ces deux sangs ont été trouvées égales à 16,9 et à 17,25; on peut donc démontrer l'accroissement de ces capacités respiratoires même après un intervalle de temps aussi petit que 10 minutes. Immédiatement après l'empoisonnement, 100 centimètres cubes de sang absorbaient 12 c. c. 4 d'oxygène; 64 minutes après, la capacité respiratoire était 16,9; donc 100 centimètres cubes de sang absorbaient 4 centimètres cubes d'oxygène en plus. Faisons l'hypothèse que ces 4 c. c. 5 d'oxygène remplaçaient 4 c. c. 5 d'oxyde de carbone exhalé en nature, 1307 centimètres cubes de sang auraient exhalé 13,07 × 4, 5 = 58 c. c. 8 d'oxyde de carbone; combien auraient-ils exhalé en dix minutes? $\frac{64}{58,8} = \frac{10}{x}$, d'où $x = 9$ c.c. 2. Or, en décomposant le précipité de carbonate de baryte obtenu par un barbotage très lent de 53 litres de gaz expiré qui ont été recueillis en dix minutes, une heure après la fin de l'intoxication partielle, j'ai trouvé 9 c.c. 85 d'acide carbonique ou d'oxyde de carbone, nombre qui est presque le même que le précédent; cette expérience me paraît décisive et l'on peut affirmer que l'oxyde de carbone ne brûle pas dans l'organisme et qu'il est entièrement éliminé en nature.

Ce résultat est encore confirmé par l'expérience suivante qui est semblable à l'une des expériences de M. Kreis; chez un lapin du poids de 2 kilogr. 3 j'ai injecté lentement par une sonde introduite par la veine jugulaire 30 c.c. 7 de sang oxycarboné pris à un autre lapin; l'air inspiré en dehors du laboratoire était conduit par des soupapes de Muller après l'expiration dans un sac de caoutchouc, qui fut rempli en 51 minutes et qui reçut environ 80 litres d'air.

Le sang oxycarboné, injecté, contenait 3 c.c. 3 d'oxyde de carbone; la décomposition du carbonate de baryte obtenu par un barbotage très lent de l'air du ballon, qui dura huit jours, a donné 3 centimètres cubes d'acide carbonique correspondant à 3 centimètres cubes d'oxyde de carbone; on a donc retrouvé dans l'air expiré les 9/10 de l'oxyde de carbone qui avait été injecté dans le sang; on peut encore conclure de cette expérience que l'élimination de l'oxyde de carbone a lieu exclusivement en nature.

J'ai encore fait d'autres recherches sur l'élimination de l'oxyde de carbone que j'ai publiées dans les comptes rendus de la Société de biologie en 1886, et que je dois reproduire ici.

§ 2. *Arrêt ou ralentissement de l'élimination de l'oxyde de carbone.* — La dissociation de l'hémoglobine oxycarbonée est assez lente pour qu'il y ait dans l'air expiré recueilli après un empoisonnement partiel une très faible proportion d'oxyde de carbone. J'ai empoisonné un lapin par un mélange de 2 litres d'oxygène et de 70 centimètres cubes d'oxyde de carbone pur, que l'animal a respiré pendant un quart d'heure : les capacités respiratoires du sang normal et du sang intoxiqué ont été trouvées égales à 18 et à 7; on fit respirer l'animal pendant 17 minutes dans l'air pur et on recueillit ensuite l'air expiré pendant 21 minutes dans un sac de caoutchouc qui reçut 18 l. 6; l'analyse par l'oxyde de cuivre montra que l'air expiré contenait seulement 2 c.c. 45 d'oxyde de carbone ou 1 p. 7590 de ce gaz.

En répétant, le lendemain, cette expérience sur le même lapin, mais en laissant une heure d'intervalle entre la fin de l'intoxication et le moment où l'on recueillit l'air expiré, on obtint en 30 minutes 26 l. 5 d'air qui renfermaient seulement 1 c.c. 75 d'oxyde de carbone ou 1 p. 15000 environ.

Enfin, chez un chien qui nous a servi à déterminer le volume d'oxyde de carbone contenu dans l'air expiré recueilli pendant dix minutes, une heure après la fin de l'empoisonnement, 37 litres d'air contenaient 9 c.c. 8 d'oxyde de carbone, ou 1 p. 3775 de ce gaz.

Je me suis demandé si de faibles proportions d'oxyde de carbone ajoutées à l'air respiré par un animal partiellement intoxiqué peuvent s'opposer complètement à l'élimination, et j'ai fait une série d'expériences comparatives qui ont consisté à empoisonner des lapins pendant un quart d'heure par des mélanges d'oxygène et d'oxyde de carbone, puis à faire respirer à ces animaux des mélanges d'air et d'oxyde de carbone en proportions qui ont varié dans les diverses expériences.

Il fallait d'abord partir d'une expérience type : on a empoisonné un lapin du poids de 2 kilogr. 500 par un mélange de 2 litres d'oxygène et de 40 centimètres cubes d'oxyde de carbone pur, qui a été respiré pendant 15 minutes; la capacité respiratoire du sang normal était égale à 19,1; celle du sang empoisonné était 7, et 1 h. 10 minutes après l'animal ayant respiré de l'air pur, elle était devenue 14, 6; elle s'était accrue de 7,6, ou de 6,5 en une heure. Voici les résultats qui ont été obtenus dans 6 expériences :

Nos des expériences.	Poids des lapins.	Composition du gaz respiré 15 minutes. Oxygène.	Oxyde de carbone.	Proportion d'oxyde de carbone dans le mélange employé ensuite.	Temps pendant lequel ce mélange a été respiré.	Capacités respiratoires du sang.
1	2k,500	2l	60cc	$\frac{1}{10\,000}$	3h	14cc,3
2	2 ,900	2	70	$\frac{1}{5000}$	2	14 ,1
3	3 ,200	2	76	$\frac{1}{1000}$	1h 20m	12 ,6
4	2 ,900	2	69	$\frac{1}{500}$	1	11 ,7
5	2 ,700	2	64	$\frac{1}{250}$	1h 3m Mort.	7
6	2 ,900	2	58	$\frac{1}{200}$	13m Mort.	5

Si nous comparons les résultats indiqués dans ce tableau à ceux de notre expérience type, nous voyons qu'une proportion d'oxyde de carbone comprise entre 1 p. 10000 et p. 500 dans l'air respiré par les lapins, après un empoisonnement partiel, n'a pas arrêté l'élimination de l'oxyde de carbone, mais l'a seulement ralentie; aussi dans les expériences 1, 2, 3, 4, les lapins ne sont pas morts par l'action du poison, mais ils ont été sacrifiés par l'ouverture de l'artère carotide qui a fourni le sang nécessaire à la mesure des capacités respiratoires, tandis que dans les expériences 5 et 6, les lapins sont morts l'un au bout de 1 h. 3 m., l'autre au bout de 13 minutes; des proportions d'oxyde de carbone égales à 1 p. 250 et à 1 p. 200, qui n'auraient pas été toxiques chez des animaux sains, ont arrêté l'élimination.

On démontre ainsi que la dissociation de l'hémoglobine oxycarbonée s'effectue dans les poumons avec une certaine activité et qu'il est essentiel, pour favoriser l'élimination, de faire respirer à l'homme ou aux animaux empoisonnés par l'oxyde de carbone de l'air absolument pur.

4° *Durée de l'élimination de l'oxyde de carbone.*

§ 1. *Mesure de la durée de l'élimination, procédé de Gréhant.* — Claude Bernard a démontré dans son cours du Collège de France, l'élimination rapide de l'oxyde de carbone chez le lapin; j'ai donné,

dans mon mémoire sur le mode d'élimination de l'oxyde de carbone (*Annales des sciences naturelles*, 1874), les résultats d'une expérience de Claude Bernard qui prouve que, 40 minutes après une intoxication partielle par la vapeur de charbon, le sang du lapin examiné au spectroscope était devenu normal.

J'ai donné dans le même mémoire une démonstration du même fait, et j'ai reconnu que chez le chien l'élimination est plus lente ; la méthode que j'ai employée consistait à prendre chez un chien un échantillon de sang normal, à empoisonner l'animal partiellement par un mélange d'oxygène et d'oxyde de carbone, à mesurer la capacité respiratoire du sang intoxiqué, et à répéter cette mesure 2 heures et 4 heures après l'intoxication.

Je reproduis les résultats que j'ai obtenus et qui montrent que les capacités respiratoires du sang pour l'oxygène et pour l'oxyde de carbone s'accroissent rapidement dans les heures qui suivent l'intoxication partielle :

	Oxygène.	Oxyde de carbone.
1° Sang normal	23,1	22,6
2° — intoxiqué...........................	9,8	11,1
3° — deux heures après l'intoxication...	13,9	15,9
4° — quatre — ...	19,7	18,5

En admettant, ce qui paraît démontré par cette expérience, que les volumes d'oxyde de carbone qui disparaissent sont à peu près proportionnels au temps, nous voyons que la capacité respiratoire du sang intoxiqué s'est accrue de 9,9 en 4 heures ou en 240 minutes. Cherchons en combien de temps la capacité respiratoire est revenue au chiffre normal 23,1 au lieu de 9,8 ; la différence de ces deux nombres est 13,3 ; on a la proportion : $\frac{240^m}{9,9} = \frac{x}{13,3}$; $x = 322^m$ ou 5 h. 22 m.

Ainsi la durée de l'élimination chez le chien est exactement mesurée.

§ 2. *Mesure des volumes d'air qui circulent dans les poumons et des capacités respiratoires après un empoisonnement partiel.* — On peut encore aller plus loin dans ces recherches, mesurer le volume d'air qui circule dans les poumons d'un animal après un empoisonnement partiel et calculer la proportion de l'oxyde de carbone que doit contenir l'air expiré, en admettant une élimination complète de l'oxyde de carbone en nature.

On choisit un chien robuste du poids de 19 kilogr. 500 et on compose dans une cloche graduée un mélange d'oxyde de carbone pur et de 5 litres d'oxygène, tel qu'il y ait 100 centimètres cubes d'oxyde de carbone pour 7 kilogr. 3 du poids de l'animal (nombre que nous avons adopté, M. Quinquaud et moi, dans la mesure du volume du sang). Le robinet à 3 voies de la cloche est réuni à un moment donné avec un tube en T et avec deux soupapes à eau, la soupape d'inspiration communique avec l'un des tuyaux d'un compteur à gaz, de sorte que les volumes d'air inspirés après l'intoxication partielle sont mesurés.

On commence par prendre dans une artère carotide un échantillon de sang normal.

On fait respirer le mélange gazeux pendant 5 minutes, on prend un second échantillon de sang qui est intoxiqué et on fait respirer l'animal à travers le compteur, en mesurant le temps :

En 12'............	100 litres ont circulé à travers les poumons.		
20' 45".........	150	—	—
29' 50".........	200	—	—
41' 20".........	250	—	—
52' 10".........	300	—	—
1h.............	342	—	—

On fait une troisième prise de sang.

En 1h 1' 30"......	350 litres ont circulé à travers les poumons.		
1h 28' 25"......	475	—	—
1h 33' 30"......	500	—	—
1h 43' 25"......	550	—	—
1h 52' 5"......	600	—	—
2h.............	635	—	—

On fait une quatrième prise de sang.

On détermine les capacités respiratoires des quatre échantillons de sang, et après avoir recueilli les gaz qu'ils donnent dans le vide, on fait pénétrer dans le récipient chaque fois un volume d'acide acétique à 8° égal à celui du sang, on obtient des gaz qui contiennent un peu d'acide carbonique absorbé par la potasse et d'oxygène absorbé par l'acide pyrogallique; dans le sang normal il n'y a point trace d'oxyde de carbone, tandis que du sang intoxiqué on retire de l'oxyde de carbone qui est complètement absorbé par le protochlorure de cuivre dissous dans l'acide chlorhydrique.

Voici les résultats qui ont été obtenus :

	Oxygène absorbé.	CO dégagé.
100^{cc} Sang normal..................	26^{cc},8	0
— intoxiqué................	11 ,8	10^{cc},6
— 1^{h} après.................	16 ,8	8
— 2^{h} après.................	20 ,0	5 ,6

Le sang intoxiqué contenait 10 c.c.6 d'oxyde de carbone; 2 heures après il renfermait encore 5 c.c.6; donc 5 centimètres cubes d'oxyde de carbone avaient disparu : le chien dont le poids était 19 kilogr. 5 possédait d'après les expériences de mesure que nous avons faites, M. Quinquaud et moi, un poids de sang égal à $\frac{19,5}{13} = 1$ kilogr. 5, 100 centimètres cubes de sang ont perdu 5 centimètres cubes d'oxyde de carbone; 1500 centimètres cubes de sang ont perdu 75 centimètres cubes d'oxyde de carbone qui ont été exhalés dans 635 litres d'air pendant deux heures; en faisant l'hypothèse d'une exhalation de l'oxyde de carbone en nature, la proportion de ce gaz dans l'air expiré se calcule très simplement :

$\frac{75}{63500} = \frac{1}{x}$; $x = 8466$; ainsi la proportion de l'oxyde de carbone dans l'air qui a traversé les poumons serait 1 p. 8466, proportion très faible et qui montre avec quelle perfection il faut faire la recherche et le dosage de l'oxyde de carbone dans l'air expiré pour le reconnaître; c'est là le nœud de la question et nous reconnaissons que la dissociation de l'hémoglobine oxycarbonée exige une ventilation pulmonaire énergique.

§ 3. *Pendant combien de temps un gaz étranger introduit dans les poumons y séjourne-t-il?* — Pour répondre directement à une objection de M. Kreis, qui craint que dans mes expériences j'aie dosé l'oxyde de carbone laissé dans les poumons après un empoisonnement partiel, j'ai refait tout récemment une expérience analogue à celles que j'ai fait connaître autrefois, quand je me suis occupé de la mesure du volume des poumons et du renouvellement de l'air dans ces organes, par l'hydrogène.

Expérience du 21 août 1888. — Je compose dans une cloche graduée un mélange de 4 litres d'hydrogène pur et d'un litre d'oxygène, que je fais respirer à un chien du poids de 9 kilogr. 800 pendant 2 minutes; l'animal fait environ 20 inspirations et expirations dans la cloche, le robinet de la cloche étant uni à deux soupapes à eau et la soupape d'expiration étant pourvue d'un tube abducteur

se rendant dans une cuve à eau, dans laquelle il plonge à 2 centimètres au-dessous du niveau de l'eau; on recueille de 30 secondes en 30 secondes le mélange expiré à partir du moment où l'animal cesse de respirer dans la cloche et respire dans l'air. On obtient ainsi des échantillons d'air expiré dans une série de flacons qui ont été d'abord remplis d'eau et que l'on conserve sur l'eau avec leurs numéros d'ordre jusqu'à ce qu'on fasse l'analyse. Le gaz de la cloche contenait 60,3 d'hydrogène pour 100.

Le gaz du 1er flacon recueilli 30 secondes après est introduit à l'aide d'un entonnoir à gaz dans un long tube gradué plein d'eau; on ajoute de la potasse et on agite vivement pour absorber l'acide carbonique; le gaz est transvasé dans mon eudiomètre à eau, mesuré, additionné de 12 centimètres cubes de gaz de la pile, volume qu'on prendra toujours le même dans les diverses analyses eudiométriques; les $\frac{2}{3}$ de la réduction donnent l'hydrogène, que l'on trouve égal pour 100 centimètres cubes de mélange à 3,06; déjà, on le voit, au bout de 30 secondes de respiration dans l'air, la proportion de l'hydrogène dans les poumons est descendue de 60,3 à 3,06.

Dans le 2e flacon	1′	il y avait	....	0^{cc},91	hydrogène p. 100.
— 3e —	1′ 30″	—	....	0 ,41	—
— 4e —	2′	—	....	0 ,17	—
— 5e —	2′ 30″	—	....	0	—
— 6e —	3′	—	....	0	—

Ainsi, au bout de 2 minutes 30 secondes, on n'obtient plus malgré l'addition de gaz de la pile la moindre réduction, l'hydrogène a disparu dans l'arbre aérien. Or si l'on introduit dans les poumons d'un animal un mélange d'air et d'oxyde de carbone, le dernier gaz est absorbé par l'hémoglobine, tandis que le sang absorbe très peu d'hydrogène; dans un empoisonnement partiel produit par l'oxyde de carbone, la proportion de ce gaz qui reste dans les voies aériennes est beaucoup plus petite que celle de l'hydrogène dans mon expérience précédente; il en résulte *a fortiori* qu'au bout de 3 minutes, il ne reste plus dans les bronches la moindre trace d'oxyde de carbone et, lorsque je trouve ce gaz dans l'air expiré recueilli de 5 à 10 minutes après un empoisonnement partiel, je suis sûr qu'il ne peut provenir que de la dissociation de l'hémoglobine oxycarbonée.

J'ajouterai qu'il ne paraît pas exister dans le sang d'un animal empoisonné par l'oxyde de carbone de gaz en solution simple dans le plasma; l'hémoglobine ayant une grande affinité pour l'oxyde de carbone semble l'enlever complètement au plasma sanguin.

III

1° Applications.

§ 1. *Mesure de la quantité de sang contenu dans l'organisme d'un mammifère vivant* par N. Gréhant et E. Quinquaud. — Nous avons cherché à établir et à vérifier une méthode dont la théorie a été indiquée par Gréhant; nous en avons déterminé l'application et la technique : elle permet d'évaluer exactement la quantité totale de sang chez l'animal vivant; les résultats obtenus sont très concordants.

D'une manière générale, pour obtenir le volume total de sang, il suffit de faire respirer à l'animal un volume de gaz homogène contenant des proportions d'oxyde de carbone bien déterminées, afin d'apprécier, après un quart d'heure, par exemple, le volume d'oxyde de carbone restant, ce qui donne le volume de ce gaz qui a été fixé par la masse de sang. D'un autre côté, on détermine par l'analyse des gaz du liquide sanguin le volume d'oxyde de carbone fixé par un volume donné de sang; on arrive à ce résultat en mesurant la capacité respiratoire de deux échantillons de sang, l'un pris avant l'empoisonnement, l'autre après : connaissant d'une part le volume total d'oxyde de carbone fixé, et d'autre part le volume de ce gaz qui a été absorbé par 100 centimètres cubes de sang, on obtient par une simple proportion le volume total cherché. Pour arriver à ce résultat, on effectue sept opérations que nous allons décrire successivement et qui rendent cette mesure assez laborieuse :

1° On prend dans une artère ou dans une veine d'un animal, d'un chien, par exemple, un premier échantillon de sang normal du volume de 30 centimètres cubes; on l'injecte aussitôt dans un flacon numéroté et on le défibrine par l'agitation.

2° Dans une cloche graduée et fermée par un bouchon que traverse un robinet à trois voies, on compose un mélange de 5 litres

d'oxygène, un litre d'hydrogène pur mesuré dans un litre jaugé, plus autant de fois 100 centimètres cubes d'oxyde de carbone pur que le poids de l'animal renferme de fois 7 kilogr. 300; nous sommes arrivés à cette dose qui n'est pas mortelle à la suite de nombreux tâtonnements.

3° Sur la tête de l'animal fixé sur une gouttière, on attache avec le plus grand soin, à l'aide de liens serrés, une muselière de caoutchouc (fig. 5); le tube par lequel la muselière se termine est réuni au robinet à trois voies de la cloche; au commencement d'une minute,

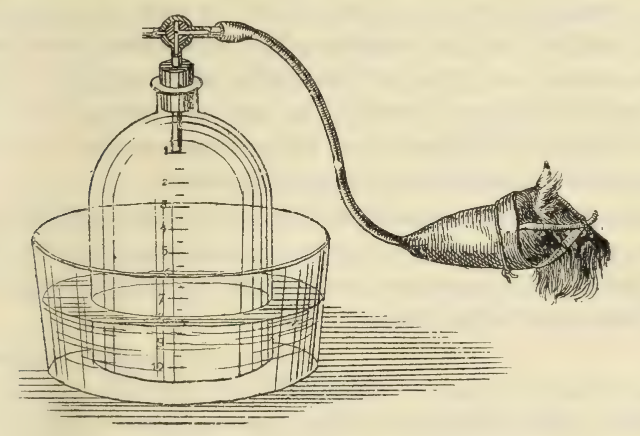


Fig. 5. — Cloche et muselière servant à la mesure de la quantité de sang.

on tourne le robinet, l'animal respire le mélange gazeux pendant un temps que nous avons fait varier dans de nombreuses expériences de 9 minutes à 16 minutes.

4° Avant que la dernière minute se soit écoulée, on prend dans le même vaisseau, avec une seringue, un second échantillon de sang qui est intoxiqué partiellement, on l'injecte dans un flacon où il est défibriné par l'agitation.

5° Dans un long tube gradué on mesure un certain volume, 100 centimètres cubes environ de gaz restant dans la cloche, on absorbe l'acide carbonique par la potasse, on transvase le gaz restant dans l'eudiomètre à eau et on enflamme par une étincelle électrique le mélange d'oxygène et d'hydrogène; un calcul très simple fait connaître le volume total des gaz qui restaient dans la cloche et dans les poumons (mesure du volume des poumons par l'hydrogène, procédé de Gréhant).

6° Un litre de gaz expiré est introduit dans un petit sac de caout-

chouc et additionné de 3 à 4 litres d'air, afin que l'hydrogène soit dilué et que le mélange cesse d'être détonant : ces gaz traversent l'appareil à combustion qui a été décrit plus haut (page 477); le volume d'acide carbonique trouvé correspond à un volume égal d'oxyde de carbone.

7° On détermine le pouvoir absorbant pour l'oxygène de deux échantillons de sang pris avant et après l'intoxication par l'oxyde de carbone, il y a une grande différence entre les deux nombres obtenus : cette différence entre les capacités respiratoires indique exactement quel est le volume d'oxyde de carbone qui a été fixé par le sang et que l'on rapporte à 100 centimètres cubes de sang. Enfin connaissant d'une part le volume total d'oxyde de carbone pur qui a été fixé par la totalité du sang et d'autre part le volume de ce gaz qui a été absorbé par 100 centimètres cubes, on obtient par une simple proportion le volume cherché.

Nous publions dans le tableau suivant une série de résultats que nous avons obtenus et qui donnent des nombres très concordants; ces chiffres sont compris entre 1 p. 11 et 1 p. 13,8, ce dernier rapport étant une limite extrême.

Poids des chiens.	CO pur employé.	CO retrouvé.	Durée de l'expérience.	Capacité respiratoire du 1er sang.	Capacité respiratoire du 2e sang.	Volume de sang.	Proportion par rapport au poids du corps.
10k,500gr	142cc	78cc,2	13m	18,1	10,1	800cc	$\frac{1}{12,7}$
16 ,200	217 ,7	17 ,2	9	29,9	14,25	1172	$\frac{1}{13,8}$
20 ,600	282 ,3	58 ,8	10	21,1	9,1	1860	$\frac{1}{11}$
20 ,470	277 ,5	51 ,2	10	25,6	12,06	1671	$\frac{1}{12}$
22 ,770	310 ,8	44 ,1	8	23,5	9,0	1839	$\frac{1}{12,4}$
17 ,500	239 ,5	34 ,8	9 ,30	23,1	7,7	1329	$\frac{1}{13}$
17 ,870	244 ,7	25 ,3	10	27,6	14,2	1637	$\frac{1}{11}$
16 ,970	223 ,9	27 ,4	16	27,5	13,1	1364	$\frac{1}{12,4}$
26 ,320	360	38 ,6	10	25,6	10,9	2178	$\frac{1}{12}$

Ce procédé de mesure ne peut être exact qu'à une condition, c'est que l'oxyde de carbone combiné avec l'hémoglobine se trouve distribué d'une manière homogène dans tout l'appareil circulatoire :

nous avons vérifié ce fait en prenant chez des animaux partiellement intoxiqués deux échantillons de sang, l'un dans le système artériel et l'autre dans le système veineux; nous avons trouvé que les capacités respiratoires des deux échantillons de sang sont absolument les mêmes et nous avons démontré ainsi que, dans tout l'appareil circulatoire, 100 centimètres cubes de sang contiennent exactement le même volume d'oxyde de carbone.

§ 2. *Empoisonnement des grenouilles par des mélanges d'acide carbonique et d'oxygène, d'oxyde de carbone et d'oxygène.* — J'ai pris deux cols droits dans lesquels j'ai introduit sur la cuve à eau du gaz oxygène, occupant la moitié du volume; j'ai achevé de remplir le premier flacon avec de l'acide carbonique et le deuxième flacon avec de l'oxyde de carbone; une grenouille placée dans l'acide carbonique était morte vingt-quatre heures après; le cœur était arrêté, les oreillettes et le ventricule n'étaient plus excitables; une autre grenouille placée dans l'oxyde de carbone vécut deux et même trois jours dans un mélange qui contenait le troisième jour 46 d'oxyde de carbone, 10 d'acide carbonique, 35 d'oxygène et 9 d'azote pour 100.

Ces expériences comparatives qui ont été faites en hiver lorsque la température ambiante était comprise entre 0 et 10° démontrent que les animaux à sang froid résistent beaucoup mieux à l'action de l'oxyde de carbone que les animaux à sang chaud qui mourraient immédiatement dans un mélange à volumes égaux d'oxyde de carbone et d'oxygène.

§ 3. *Dans l'empoisonnement par l'oxyde de carbone, le gaz peut-il passer de la mère au fœtus?* — Nous avons, M. Quinquaud et moi, mesuré les capacités respiratoires du sang maternel et du sang fœtal chez une chienne qui fut empoisonnée lentement par l'oxyde de carbone; 100 centimètres cubes du sang maternel recueilli après la mort avaient absorbé 16 c. c. 5 d'oxyde de carbone, tandis que 100 centimètres cubes de sang de sept fœtus ne contenaient, après 35 minutes d'empoisonnement, que 2 c. c. 9 d'oxyde de carbone qui ont été dégagés dans le vide par l'acide acétique bouillant.

Le sang maternel contenait 5,7 fois plus d'oxyde de carbone que le sang des fœtus.

Il résulte de là que chez une femme enceinte qui aurait succombé à l'empoisonnement par l'oxyde de carbone, l'opération césarienne doit être pratiquée.

2° Gaz de l'éclairage.

§ 1. *Composition chimique du gaz de l'éclairage.* — J'emprunte à la thèse de M. Bruneau [1], qui contient des faits nombreux et des expériences intéressantes qui ont été faites dans le laboratoire de Paul Bert à la Sorbonne, les documents sur lesquels je me suis appuyé pour commencer mes recherches personnelles sur les produits de combustion du gaz de l'éclairage et sur leur action physiologique.

Le gaz de l'éclairage est un mélange de plusieurs corps qui se trouvent à l'état de gaz ou de vapeurs : les principaux éléments de ce mélange sont l'hydrogène et le gaz des marais, dans une proportion de 80 à 85 p. 100, l'oxyde de carbone y entre pour 5 à 15 p. 100; puis les carbures lourds d'hydrogène, l'éthylène et le propylène auxquels le gaz doit en partie son pouvoir éclairant, des vapeurs de benzine, un peu d'azote, d'oxygène, d'acide carbonique et de vapeur d'eau.

Composition du gaz à Paris.

Hydrogène	50,2	47,1
Gaz des marais	32,8	36,1
Oxyde de carbone	12,9	6,8
Ethylène	3,8	4,2
Propylène		2,4
Azote	0	2,8
Acide carbonique	0,3	0,6
	100	100

§ 2. *Etude toxicologique des éléments du gaz de l'éclairage.* — M. Layet a fait respirer à un chien au moyen d'une pompe à double soupape un mélange de 27 litres hydrogène bicarboné, 10 oxygène et 50 air; l'expérience dura 35 minutes et l'animal ne présenta aucun phénomène particulier; donc l'hydrogène bicarboné ou éthylène, C^4H^4, n'est pas toxique.

Il en est de même pour le formène ou protocarbure d'hydrogène,

1. Thèse de la Faculté de médecine de Paris, *Empoisonnement par le gaz de l'éclairage*, 1885.

grisou, C^2H^4; MM. Regnault et Villejean [1] ont reconnu que le formène inhalé en même temps que l'oxygène dans des proportions comprises entre 3,5 et 5 volumes de formène pour 1 d'oxygène, pendant des temps compris entre 1 heure et 3 h. 48 m., ne détermine aucun effet anesthésique; les fonctions du système sensitif et moteur restent absolument normales pendant toute la durée de l'inhalation et dans le temps qui suit.

L'acétylène, C^4H^2, est contenu en petite quantité dans le gaz de l'éclairage et il peut se produire en grande quantité dans la combustion incomplète du gaz; en 1866, M. Berthelot et Armand Moreau [2] ont étudié les propriétés physiologiques de ce gaz et ils ont reconnu qu'il n'a pas d'action autrement pernicieuse que les autres carbures d'hydrogène. L'oxyde de carbone est l'élément vraiment toxique du gaz de l'éclairage; il y est contenu dans une proportion qui varie entre 5 et 13 p. 100; sa présence n'est d'aucune utilité pour le pouvoir éclairant du gaz, et il est souhaitable que l'industrie arrive à trouver un moyen pratique de le débarrasser de ce corps dangereux. Pour arriver à ce résultat, M. Layet a proposé de faire passer le gaz dans une solution de protosels de cuivre.

M. Bruneau en faisant respirer à des cobayes un mélange d'air et de propylène, C^3H^6, a reconnu que ce gaz est inerte et que sa toxicité est nulle; puis il a fait respirer à des chiens des mélanges titrés d'air et de gaz de l'éclairage composés dans un cylindre de 500 litres : les animaux trachéotomisés étaient fixés sur une table; au moyen d'un système à double soupape, ils inspiraient l'atmosphère viciée par un tube plongeant dans le milieu du cylindre et expiraient par un autre tube s'ouvrant à sa partie inférieure.

M. Bruneau a démontré que 5 p. 100 du gaz dont il s'est servi ont suffi pour produire la mort. « L'analyse du sang au moyen de la pompe à mercure, par le procédé de M. Gréhant, ajoute, dit-il, un nouvel argument indiscutable aux arguments qui démontrent que le gaz de l'éclairage doit son pouvoir toxique à l'oxyde de carbone qu'il contient. Le sang normal pouvait absorber de 20 à 24 p. 100 d'oxygène; celui des animaux intoxiqués n'en pouvait plus absorber que 6,66 p. 100.

1. *Comptes rendus de l'Académie des sciences,* 1885.
2. *Annales de chimie*, 1866.

« En traitant ce sang par l'acide acétique, l'hémoglobine se change en hématine et l'oxyde de carbone se dégage dans une éprouvette graduée; on y introduit une solution de protochlorure de cuivre. On reconnaît ainsi que 14 c. c. 33 d'oxyde de carbone se sont fixés sur les globules de 100 centimètres cubes de sang. L'élément toxique du gaz de l'éclairage est donc bien l'oxyde de carbone;

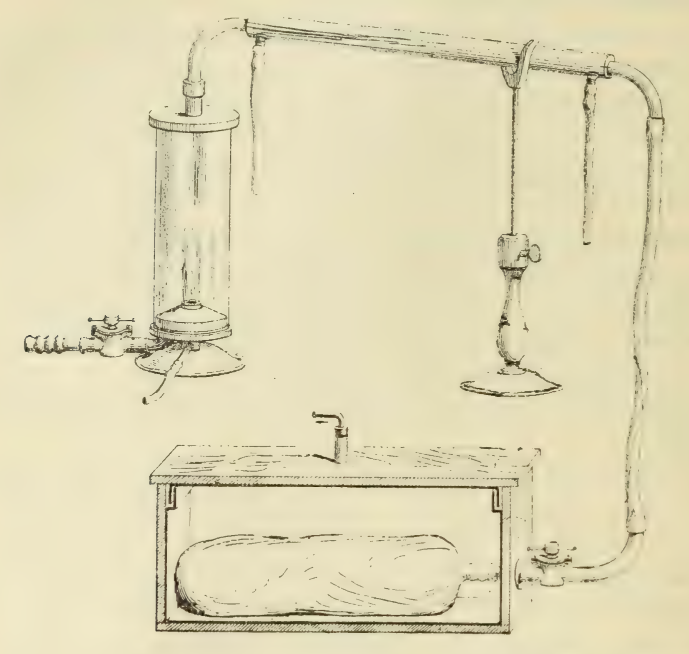


Fig. 6. — Appareil servant à recueillir les produits de combustion du gaz de l'éclairage.

cela ne saurait être mis en doute, et tous les auteurs qui se sont occupés de cette question sont unanimes sur ce point.

« Il faut donc éviter avec le plus grand soin de respirer du gaz de l'éclairage; il est bon de veiller à ce que le compteur soit fermé tous les soirs; il y a quelques années un magistrat fort connu à Paris fut victime du gaz de l'éclairage dans les circonstances suivantes : il avait fait placer un bec d'éclairage près de son lit pour lire le soir, et lorsqu'il voulait dormir il le mettait en veilleuse à l'aide d'un robinet régulateur; une nuit, cette petite flamme s'éteignit; le gaz s'échappa par l'ouverture et le tua pendant son sommeil [1]. »

1. Bruneau, thèse citée.

§ 3. *Recherches sur les produits de combustion du gaz de l'éclairage.* — J'ai fait construire par Wiesnegg un appareil (fig. 6) permettant de faire brûler le gaz et de recueillir les produits de combustion : un manchon cylindrique de verre porté par un socle métallique entoure un bec d'Argant muni d'une cheminée de verre; un couvercle métallique de laiton recouvrant le manchon de verre est uni par un long tube de laiton enveloppé d'un courant d'eau froide avec le ballon aspirateur; le socle supportant l'appareil est traversé par un tube à gaz terminé par un bec d'Argant et par un large tube qui conduit l'air nécessaire à la combustion autour du bec. J'ai fait brûler 20 litres de gaz mesurés par un compteur spécial dans cet appareil; la flamme était maintenue régulière et bien éclairante par une aspiration suffisante, obtenue à l'aide d'une trompe de Golaz et d'une pompe aspirante agissant dans une grande cuve autour d'un sac de caoutchouc; les produits de la combustion du gaz et l'air entraîné ont rempli le sac dont le volume était égal à 200 litres environ.

Chez un chien du poids de 7 kilogr. 7 on a pris du sang dans l'artère carotide; puis on a fait respirer à l'animal les gaz recueillis à l'aide d'un appareil à deux soupapes; au bout de 30 minutes le sac a été vidé; on prit aussitôt un second échantillon de sang : 100 centimètres cubes de sang normal ont absorbé 17 c. c. 1 d'oxygène; 100 centimètres cubes du second échantillon ont absorbé 16,5 d'oxygène; la différence 0 c. c. 6 indique une quantité d'oxyde de carbone très faible dans les gaz produits par la combustion; en faisant passer ces gaz à travers le tube à analyse, j'ai trouvé pour 2470 centimètres cubes d'acide carbonique recueilli et absorbé par la potasse 1 centimètre cube d'oxyde de carbone, proportion très petite et tout à fait négligeable.

Ainsi le gaz d'éclairage en brûlant dans un bec d'Argant ne donne pas d'oxyde de carbone, mais seulement une trace de ce gaz; j'ai reconnu en outre que si l'on fait passer autour d'un bec d'Argant allumé, dans mon appareil, un mélange d'air et d'oxyde de carbone contenant 1 p. 100 de ce gaz, mélange très toxique, l'oxyde de carbone mélangé avec l'air brûle à peu près complètement et se transforme en acide carbonique, de sorte que l'air qui était très toxique peut être respiré par un animal sans produire d'accidents et sans qu'on puisse constater dans le sang la présence de l'oxyde de carbone.

La combustion du gaz de l'éclairage pourrait donc servir à débarrasser l'air employé à la combustion du gaz oxyde de carbone qu'il pourrait contenir.

L'année dernière [1], j'ai repris l'étude des produits de la combustion du gaz de l'éclairage. Pour recueillir les gaz résultant de cette combustion, j'ai employé un appareil analogue à celui que M. le professeur Brown-Séquard et M. d'Arsonval ont fait connaître et qui sert à rejeter au dehors les produits de la respiration de l'homme. Au-dessus d'un bec d'Argant en combustion, je soutiens avec un support métallique un entonnoir de métal dans l'intérieur duquel pénètre l'extrémité du verre de la lampe; la partie rétrécie de l'entonnoir qui a 5 centimètres de diamètre est unie à frottement avec un tube de laiton recourbé à angle aigu presque droit, environné d'un manchon réfrigérant à eau froide et communiquant par une extrémité olivaire avec un tube en T et avec le tuyau d'aspiration d'une trompe de Golaz de 5 millimètres. Dans ces conditions, la combustion du gaz se fait bien, mais le volume gazeux entraîné par la trompe est inférieur à celui des produits de la combustion qui s'échappent en partie par la base de l'entonnoir; mettant en communication l'une des branches du tube en T avec le tuyau d'aspiration d'une pompe à mercure, je recueille dans une cloche graduée pleine de mercure un certain volume de gaz, aspiré par la pompe; l'analyse est faite par la méthode ordinaire : l'acide carbonique est absorbé par la potasse sur le mercure; l'oxygène est déterminé dans l'eudiomètre à eau après addition d'hydrogène et de gaz de la pile.

100 centimètres cubes de gaz contenaient :

Acide carbonique	5^{cc},8
Oxygène	9 ,6
Azote	84 ,5

Ces gaz renferment une telle quantité d'acide carbonique que leur introduction dans les poumons de l'homme ou d'un animal diminuerait de beaucoup le chiffre de l'acide carbonique exhalé normalement. En outre, la proportion d'oxygène absorbé est égale à 20,8 — 9, 6 ou à 11 c. c. 2 d'oxygène; ce grand volume d'oxygène emprunté à l'air par la combustion des carbures d'hydrogène et par

1. *Comptes rendus de la Société de biologie.*

l'hydrogène contenus dans le gaz est, comme le montre l'analyse, à peu près double du volume d'acide carbonique produit.

Il y aurait donc un grand avantage, au point de vue de l'hygiène, à faire échapper au dehors les produits de la combustion du gaz et une disposition très simple permettrait d'obtenir ce résultat.

Au lieu de mettre l'entonnoir métallique en rapport avec une trompe, j'ai fixé simplement au-dessus un tuyau de tôle de 1 mètre de hauteur ; il s'est produit dans le tuyau une circulation active des gaz provenant de la combustion et de l'air entraîné ; j'ai introduit dans le tuyau, vers sa partie moyenne, un tube de verre qui était uni avec la pompe à mercure et j'ai aspiré lentement une portion du mélange gazeux qui renfermait :

Acide carbonique	$1^{cc},3$
Oxygène	18 ,6
Azote	80 ,1
	100 ,0

La comparaison des deux analyses montre que cette fois le mélange des produits de combustion et de l'air entraîné contenait 1,3 d'acide carbonique, c'est-à-dire environ quatre fois moins que dans l'expérience précédente; par un calcul très simple, on trouve que 100 litres de gaz provenant du bec d'Argant ont entraîné 346 litres d'air extérieur. La ventilation est ainsi exactement mesurée et il est évident qu'il serait utile et facile de l'établir dans les salles qui sont éclairées et chauffées par le gaz.

§ 4. *Recherche dans le sang des produits de la combustion du gaz de l'éclairage.* — Nous avons vu que les produits de la combustion du gaz recueillis directement renferment de 5 à 6 p. 100 d'acide carbonique et seulement 10 à 12 p. 100 d'oxygène, je me suis demandé quel changement ce mélange gazeux exerce sur la composition des gaz du sang, lorsqu'on le fait respirer à un animal.

100 centimètres cubes de sang de l'artère carotide d'un chien contenaient :

Azote	$42^{cc},5$
Oxygène	17 ,8
Azote	1 ,8

On fit respirer pendant 23 minutes les produits de combustion du gaz de l'éclairage recueillis dans un grand sac de caoutchouc aspirateur.

100 centimètres cubes de sang artériel renfermaient :

Acide carbonique	43cc,7
Oxygène	12 ,6
Azote	1 ,8

Ainsi la proportion d'acide carbonique a peu varié dans le sang, elle s'est accrue seulement de 1 c. c. 2, tandis que la proportion d'oxygène a diminué de 5 c. c. 3.

Dans une autre expérience, on fit communiquer directement l'entonnoir métallique placé au-dessus d'un bec d'Argant et suivi d'un long tube de métal enveloppé d'un courant d'eau froide avec une soupape d'inspiration à eau, la soupape d'expiration s'ouvrant dans l'air. On fit d'abord l'extraction des gaz du sang artériel et on fit respirer par une muselière de caoutchouc le mélange résultant de la combustion du gaz pendant une heure : on prit chez l'animal un second échantillon de sang dont les gaz furent extraits; les résultats suivants rapportés à 100 centimètres cubes de sang ont été obtenus :

1re extraction.		2e extraction.
50cc,8	Acide carbonique	56cc,3
26	Oxygène	17 ,2
1 ,8	Azote	1 ,8

Chez l'animal qui a respiré pendant une heure les produits de combustion du gaz, 100 centimètres cubes de sang artériel renfermaient en plus 6 c. c. 3 d'acide carbonique et 8 c. c. 8 d'oxygène en moins ; il y avait donc une grande diminution dans le contenu du sang artériel en oxygène; il y avait *anoxyhémie*, état du sang que présentent, suivant les recherches de M. le Dr Jourdanet, les habitants des régions élevées du globe, anoxyhémie qui se démontre aussi dans le sang des animaux qui ont été soumis par Paul Bert à l'action de l'air raréfié.

En faisant arriver dans le second échantillon de sang un excès d'acide acétique et en portant le bain d'eau à 100°, je n'ai pas obtenu la moindre trace d'oxyde de carbone, ce qui prouve que la combustion dans un bec d'Argant transforme complètement en acide carbonique l'oxyde de carbone que le gaz de l'éclairage contient en forte proportion.

Dans la pratique, on ne se préoccupe pas assez de la viciation produite dans l'air par la combustion du gaz et qui détermine cependant du malaise, des phénomènes congestifs du côté de la

face, et les modifications dans la composition des gaz du sang que j'ai démontrées; on voit constamment à Paris des employés qui travaillent souvent toute la journée à la lumière du gaz et qui vivent ainsi dans un milieu vicié par la combustion et par la respiration; on pourrait cependant établir, à peu de frais, une ventilation qui amènerait de l'air extérieur et qui entraînerait les produits de combustion.

Les lampes électriques à incandescence échauffent peu l'air et ne donnent pas de produits de combustion; elles sont maintenant souvent employées pour l'éclairage des salles de spectacle, dans lesquelles on se trouve beaucoup mieux que dans les salles éclairées et chauffées par le gaz dont l'air est vicié et porté à une température beaucoup plus élevée que l'air extérieur.

§ 5. *Action physiologique des gaz produits par une combustion incomplète du gaz de l'éclairage.* — En continuant, au point de vue physiologique, l'étude des produits de combustion, j'ai placé dans une petite chambre vitrée d'une capacité de 12 mètres cubes un brûleur de Bunsen que j'ai allumé de manière que la combustion du gaz de l'éclairage ait lieu par le bas et produise de l'acétylène, gaz que M. Berthelot a obtenu par synthèse et qu'il a étudié si complètement.

Pendant que la combustion avait lieu, j'ai isolé chez un chien l'artère carotide et j'ai extrait les gaz du sang normal; ils renfermaient pour 100 centimètres cubes de sang : 44 c.c. 2 d'acide carbonique; 19,5 d'oxygène.

On a placé une ligature sur le bout central de l'artère et on a injecté de l'eau dans le tube de verre fixé dans le vaisseau, afin de pouvoir plus tard reprendre du sang, sans qu'il se soit formé de caillot.

L'animal a été introduit dans une cage placée au milieu de la chambre, quand le bec de gaz brûlait depuis 40 minutes : l'air confiné avait une odeur désagréable et très piquante caractéristique de l'acétylène; au bout de quelques minutes, l'animal s'est couché; au bout d'une heure, on frappait au carreau et le chien ne relevait même pas la tête; au bout de 1 h. 20 m., l'animal aboyait d'une manière plaintive; après un séjour d'une heure et demie, on a enlevé de la cage et de la chambre le chien qui était très abattu; on l'a porté au dehors et en 4 minutes environ, on a décou-

vert l'artère et pris un second échantillon de sang artériel dont on a extrait les gaz :

100 centimètres cubes de sang ont donné : 30 c.c. 3 d'acide carbonique; 6 centimètres cubes d'oxygène.

Comment expliquer une si grande diminution dans le contenu en oxygène du sang artériel, qui était pourtant d'un rouge vif? Mes expériences antérieures m'ont fait soupçonner dans le sang la présence de l'oxyde de carbone qui a été démontré par le procédé que j'ai déjà décrit et que j'ai déjà employé bien souvent :

Dans le récipient contenant le sang privé de gaz et qui a été chauffé à 40° seulement, j'ai fait arriver de l'acide acétique à 8° et j'ai chauffé le bain d'eau à 100°; j'ai obtenu par les manœuvres de la pompe un gaz qui, débarrassé d'un peu d'acide carbonique par la potasse, a donné, pour 100 centimètres cubes de sang, 20 centimètres cubes d'oxyde de carbone qui ont été absorbés par le protochlorure de cuivre dissous dans l'acide chlorhydrique.

Les produits de la combustion incomplète du gaz de l'éclairage renferment, comme l'indique M. Jungfleisch dans son traité des *Manipulations de chimie*, de l'oxyde de carbone et du cyanhydrate d'ammoniaque.

L'expérience que j'ai faite sur l'animal vivant a montré que la quantité d'oxyde de carbone dégagé par un seul bec de Bunsen brûlant par le bas pendant deux heures, dans une chambre de 12 mètres cubes de capacité, est suffisante pour oxycarboner le sang d'un chien, presque complètement, et pour mettre l'animal en danger de mort.

J'ajouterai qu'il ne faut plus répéter l'expérience dans les mêmes conditions qui pourraient déterminer une explosion très violente; les produits de combustion incomplète du gaz, l'acétylène et l'oxyde de carbone donnant avec l'air un mélange détonant; j'ai obtenu les mêmes résultats, mais cette fois sans aucun danger, en plaçant au-dessus du bec de Bunsen allumé par le bas un entonnoir métallique, et en faisant respirer directement par un chien à l'aide d'un long tube recourbé et d'un tube en T à deux soupapes les gaz qui résultent de la combustion incomplète.

3° Production de l'oxyde de carbone par divers combustibles.

J'ai publié dans les *Annales d'hygiène et de médecine légale*, en 1879, un mémoire dans lequel j'ai donné les résultats d'expé-

riences que j'ai faites avec divers combustibles et que je dois résumer ici.

§ 1. *Combustion de la braise de boulanger.* — J'ai fait percer un trou au fond d'un creuset de terre et j'ai placé dans l'intérieur du creuset vers la partie moyenne une petite grille de fer supportant 10 grammes de braise de boulanger, qui a été allumée à l'aide d'un bec de Bunsen ; les produits de la combustion ont été recueillis à l'aide d'un cône de laiton qui communiquait par un tube réfrigérant avec un grand sac de caoutchouc placé dans une cuve en zinc d'une capacité de 600 litres environ, fermée par un couvercle portant un cadre rectangulaire de zinc enfoncé dans une rainure pleine d'eau ; à l'aide d'une trompe à eau de Golaz on diminuait la pression de l'air autour du sac du caoutchouc, qui devenait aspirateur et qui recevait les produits refroidis de la combustion de la braise.

J'ai introduit dans le sac un certain volume d'oxygène pur, pour remplacer la portion de ce gaz qui avait servi à la combustion. On fit respirer à un chien du poids de 10 kilogr. 5 par une muselière de caoutchouc et par un tube à deux soupapes le mélange gazeux : les expirations avaient lieu dans l'air; au bout de 24 minutes, l'animal mourut; la capacité respiratoire du sang normal était égale à 27,5, celle du sang intoxiqué est tombée à 5,5 ; donc, 100 centimètres cubes de sang avaient fixé 27,5 — 5,5 ou 22 centimètres cubes d'oxyde de carbone.

J'ai ajouté à cette preuve physiologique de la présence de l'oxyde de carbone en grande quantité dans les produits de la combustion de la braise de boulanger une preuve chimique, en faisant passer les produits gazeux à travers un tube à oxyde de cuivre chauffé au rouge, précédé de barboteurs à potasse et à eau de baryte et suivi de barboteurs à eau de baryte, et j'ai reconnu que 10 grammes de braise, en brûlant dans l'air, ont donné 2 litres d'oxyde de carbone, quantité qui explique les accidents toxiques observés chez l'animal.

§ 2. *Combustion du tabac à fumer.* — J'ai fait brûler du tabac à fumer ordinaire dans une pipe dont le tuyau était uni par un tube enveloppé d'un courant d'eau froide avec le ballon aspirateur : les gaz provenant de la combustion de 20 grammes de tabac ont été additionnés d'oxygène. Chez un chien du poids de 19 kilogrammes, je pris du sang dans la veine jugulaire; je fis ensuite respirer l'animal directement dans le ballon, sans soupapes ; 23 minutes après,

il y eut arrêt du cœur et des mouvements respiratoires. 100 centimètres cubes de sang normal ont absorbé 19 c. c. 1 d'oxygène, tandis que 100 centimètres cubes de sang intoxiqué ont absorbé seulement 5 centimètres cubes d'oxygène ; par suite, 14 c. c. 1 d'oxyde de carbone avaient été fixés par le sang ; l'analyse chimique, à l'aide de l'appareil à combustion, a montré que 20 grammes de tabac, en brûlant, ont donné 1 l. 64 d'oxyde de carbone et 3 l. 8 d'acide carbonique.

§ 3. *Le fumeur absorbe-t-il de l'oxyde de carbone?* — La présence d'une grande quantité d'oxyde de carbone dans la fumée de tabac étant ainsi démontrée, j'ai cherché si l'on peut constater chez le fumeur l'absorption de ce gaz par le sang. Pour résoudre cette question, j'ai demandé à M. Périgord, actuellement docteur en médecine, de fumer successivement deux cigares, dans une chambre voisine du laboratoire, en conservant le rythme normal des mouvements respiratoires ; 8 gr. 4 de tabac ont été brûlés en 1 heure et 14 minutes ; aussitôt après, M. Périgord a introduit dans la bouche un tube muni de deux soupapes, l'une servant à l'inspiration dans l'air, l'autre à l'expiration dans un grand sac de caoutchouc d'abord vidé d'air avec la trompe; 15 minutes ont suffi pour remplir le sac. Comme j'ai démontré que l'oxyde de carbone, après un empoisonnement partiel, est éliminé en nature par les poumons, il en résulte que si, pendant qu'on a fumé le tabac, ce gaz avait été absorbé par le sang, on devrait en retrouver des traces dans l'air expiré, recueilli aussitôt qu'on a cessé de fumer.

Or, la recherche par l'oxyde de cuivre d'un volume d'air égal à 100 litres n'a pas démontré la moindre trace d'oxyde de carbone, le tube à baryte qui suit le tube à combustion est resté complètement limpide.

La même expérience a été répétée et on a fait fumer deux cigares en 28 minutes, beaucoup plus vite; le poids du tabac brûlé a été de 8 g. 75, l'analyse chimique de l'air expiré n'a pas décelé la moindre trace d'oxyde de cabone.

Une troisième expérience a été faite dans des conditions différentes auxquelles M. le Dr Moustier a bien voulu se soumettre; deux cigares ont été fumés en 34 minutes, mais la fumée a été avalée; 5 grammes de tabac ont été brûlés et ont produit de la fatigue, de la pâleur du visage, un assez violent mal de tête et même un cer-

tain trouble dans les mouvements de la locomotion; aussitôt après, le sac de caoutchouc a été rempli en 9 minutes par l'air expiré à travers l'appareil à deux soupapes. On a immédiatement fait passer les gaz recueillis à travers l'appareil à combustion; le barbotage a duré quarante-huit heures; cette fois, le tube à eau de baryte, qui suit la colonne d'oxyde de cuivre, s'est troublé; il contenait un précipité de carbonate de baryte qui, décomposé par un acide dans un tube vide uni à la pompe à mercure, a donné 6 c. c. 3 d'acide carbonique correspondant à 6 c. c. 3 d'oxyde de carbone; tel était le volume de ce gaz dans l'air expiré dont le volume dépassait 150 litres; il y avait eu absorption d'une petite quantité d'oxyde de carbone, la fumée de tabac ayant été introduite à dessein dans les poumons; on ne peut pas affirmer cependant que les accidents qui ont été observés étaient dus à l'oxyde de carbone, la fumée de tabac renfermant de la nicotine et un certain nombre d'autres substances qui ont pu agir sur l'organisme.

Je conclus de ces expériences que, dans les conditions ordinaires, le fumeur ne paraît pas absorber d'oxyde de carbone, tandis que l'absorption de ce gaz a lieu, mais en petite quantité, lorsqu'on fume très vite en avalant la fumée.

J'ai pu chez les animaux obtenir un véritable empoisonnement en les faisant respirer à travers des cigares allumés successivement, ce qui faisait pénétrer nécessairement la fumée dans les poumons, en grande quantité. Chez un chien dont la tête était couverte d'une muselière de caoutchouc unie à deux soupapes métalliques disposées l'une pour l'inspiration, l'autre pour l'expiration, j'ai réuni par un caoutchouc un cigare allumé avec la soupape d'inspiration; l'animal était forcé d'inspirer à travers le tabac allumé, et ne rejetait au dehors par la soupape d'expiration qu'une partie des gaz qui avaient été introduits dans les poumons; dans ces conditions l'animal meurt après le troisième ou le quatrième cigare; le sang ne peut plus absorber qu'un faible volume d'oxygène, il est fortement oxycarboné.

§ 4. *Expériences sur un poêle sans tuyau.* — J'ai fait apporter au laboratoire de physiologie du Muséum, au milieu d'une chambre d'une capacité de 45 mètres cubes, un petit poêle sans tuyau muni d'un bain d'eau, dans lequel j'ai fait introduire 1 kilogr. 8 de charbon de bois non allumé et 200 grammes de charbon allumé versé

à la partie supérieure, en tout 2 kilogrammes. Dans la même chambre, on avait fait placer sur le sol une cage en fil de fer contenant un chien du poids de 12 kilogr. 5, à une distance du poêle égale à un mètre; à la même distance, du côté opposé, était fixé un tube de verre communiquant par un long tube de caoutchouc avec un ballon aspirateur placé au dehors. qui devait servir à prendre un certain volume de gaz.

Les conditions de l'expérience de F. Leblanc étant ainsi réalisées, on observait l'animal à travers une vitre enchâssée dans la porte de la chambre. Deux heures après le début de l'expérience, l'animal fut pris de vomissements, il se coucha et ne put se relever; on prit alors dans l'atmosphère de la chambre 4 l. 800 d'air qui fut analysé par l'oxyde de cuivre rouge et qui renfermait 1 p. 102 d'acide carbonique et 1 p. 500 d'oxyde de carbone. 3 h. 15 m. après le début de l'expérience, on enleva le chien qui ne pouvait plus se tenir sur les pattes et on prit rapidement du sang dans la veine jugulaire : le sang dilué examiné au spectroscope présenta les deux bandes d'absorption de l'hémoglobine qui persistèrent après l'addition du sulfhydrate d'ammoniaque; c'était du sang oxycarboné. Le chien, porté au grand air, se rétablit.

Deux jours après, la même expérience fut répétée avec le même animal, mais on fit d'abord avec une sonde une prise de sang normal par la veine jugulaire du côté du cœur; 2 heures et demie après l'allumage du poêle qui avait reçu encore 2 kilogr. de charbon de bois, on retira de la cage et de la chambre le chien qui resta couché et on fit en 3 minutes une seconde prise de sang.

La capacité respiratoire du sang normal était 23,2, celle du sang intoxiqué partiellement fut trouvée égale à 12,4; la différence 23,2 — 12,4 ou 10,8 indique le volume d'oxyde de carbone qui avait été fixé par 100 centimètres cubes de sang.

Le dégagement de ce gaz toxique par l'acide acétique bouillant a donné pour 100 centimètres cubes de sang 10 c. c. 2 d'oxyde de carbone complètement absorbés par le proto-chlorure de cuivre; ce nombre très voisin du précédent confirme le résultat de la recherche. On peut donc affirmer que, dans les conditions habituelles, la cheminée de la chambre étant ouverte, le tablier étant soulevé et l'air ne se renouvelant que très imparfaitement par les fissures des portes et des fenêtres, les produits de la combustion d'un poêle sans tuyau semblable à celui que j'ai employé chargé avec 2 kilo-

grammes de charbon de bois, vicient une atmosphère dont le volume est égal à 45 mètres cubes, de telle sorte que les mouvements volontaires d'un animal deviennent impossibles et que la moitié environ des globules rouges du sang entre en combinaison avec l'oxyde de carbone.

Un milieu aussi vicié pourrait être mortel pour l'homme, surtout pendant le sommeil. Ainsi mes expériences démontrent que les poêles sans tuyau doivent être abandonnés aussi bien que les braseros, appareils de chauffage aussi primitifs que dangereux.

§ 5. *Poêles mobiles.* — Actuellement, on emploie beaucoup les poêles mobiles de différents systèmes; lorsque le tirage est bon et que les produits de combustion se dégagent complètement dans une cheminée et se déversent à la partie supérieure dans l'air ambiant, ces appareils commodes et économiques peuvent rendre des services, mais si, comme cela arrive bien souvent, les produits de la combustion au lieu de s'échapper dans une cheminée refluent par le bas et se répandent dans l'air que nous respirons, on se trouve exactement dans les mêmes conditions que si l'on employait un poêle sans tuyau. De là des accidents qui sont devenus si fréquents que tout récemment (avril 1889) l'Académie de médecine, sur la proposition de l'un de ses membres, M. le Dr Lancereaux, s'est occupé de la question des poêles mobiles et à cette occasion mon savant ami M. le Dr Laborde a bien voulu rappeler les expériences que j'ai faites sur un poêle sans tuyau et que je viens de résumer. Il a fait remarquer avec raison que les poêles qui présentent un tirage incomplet peuvent répandre autour d'eux, dans l'air respiré à l'intérieur de la chambre ou de l'appartement, les déchets de la combustion parmi lesquels se trouve l'oxyde de carbone, le plus facilement diffusible et en même temps le plus dangereux.

M. Laborde rapporte plusieurs observations d'accidents produits par les poêles mobiles, et il signale des accidents cérébraux très graves, consécutifs à l'action de l'oxyde de carbone, produits par ces appareils de chauffage : on a constaté souvent la perte plus ou moins complète de la mémoire, la perte d'un ou de plusieurs sens, notamment du sens de la vue et la perte des facultés intellectuelles.

Déjà M. Bourdon avait réuni dans son excellente Thèse inaugurale, en 1843, des faits analogues : une jeune fille de vingt ans présenta une hémiplégie complète et ne recouvra qu'incomplète-

ment ses facultés intellectuelles à la suite d'une intoxication par la vapeur de charbon.

Il faut donc se mettre à l'abri des accidents, et il faut être averti de la présence même en très minime proportion de l'oxyde de carbone dans l'atmosphère que nous respirons; le réactif le plus sensible, c'est l'oiseau.

Il suffirait donc de placer dans l'appartement une cage contenant un ou plusieurs petits oiseaux (la dose toxique pour le moineau est 1 p. 450) pour être averti du danger que l'on peut courir; l'épreuve pratique de cet essai a été faite : deux perruches placées dans une cage au milieu d'un salon chauffé par un poêle mobile moururent subitement; ce fut un avertissement qui préserva plusieurs personnes d'accidents qui auraient pu devenir mortels.

§ 6. *Transfusion du sang.* — MM. Kuhne et Pfol [1] ont étudié expérimentalement l'influence de la transfusion soit seule, soit associée à d'autres moyens, sur l'intoxication oxycarbonée; voici les conclusions de leur travail :

I. Des animaux, empoisonnés jusqu'à complète insensibilité de la conjonctive, reviennent à eux-mêmes sans intervention artificielle, lorsque leur respiration n'est pas tombée au-dessous de deux par minute.

II. Des animaux réduits à respirer par l'oxyde de carbone, une fois par minute, ne reviennent pas à eux sans une intervention artificielle.

Dans ce cas, il suffit, en général, d'une saignée légère pour ramener la sensibilité de la conjonctive et des battements rapides et réguliers du cœur.

III. Si la respiration est supprimée par l'intoxication pendant quelques minutes seulement, le retour à la vie par la saignée et la respiration artificielle devient impossible malgré les battements persistants du cœur.

IV. La transfusion d'un sang apte à respirer rappelle les animaux à la vie, même après une cessation prolongée de la respiration (7 minutes), à une période où les battements de l'appareil circulatoire sont complètement supprimés et où l'animal se trouve à l'état de relâchement complet après des secousses et contractures tétaniques.

1. *Centralblatt für medicinischen Wissenschaften*, t. II, p. 134, année 1861.

La respiration au début est à peine perceptible, mais monte rapidement après dix minutes environ, jusqu'à 16, en même temps que le pouls devient régulier et bat 100-120.

Toutes les transfusions ont été faites avec du sang de chien battu, défibriné et soigneusement filtré.

Le sang rouge clair oxygéné par le battage à l'air libre fut chauffé à 35° et injecté par une des veines jugulaires, la seconde veine servant à la soustraction d'une égale quantité d'un sang rouge cerise intoxiqué.

La quantité de sang soutirée et remplacée n'a jamais dépassé le cinquième du volume total du sang.

§ 7. *Expériences de transfusion du sang de Laborde et Gréhant*[1]. — Les auteurs des expériences précédentes paraissent avoir fait respirer aux animaux des vapeurs provenant de la combustion du charbon, sans qu'on ait fait le dosage de l'oxyde de carbone que renfermaient ces vapeurs; nous avons repris, M. Laborde et moi, ces expériences en nous plaçant dans des conditions toujours les mêmes, après avoir fait respirer aux animaux un mélange contenant un centième d'oxyde de carbone.

Dans un grand sac en caoutchouc nous avons introduit à l'aide d'un soufflet et d'un compteur à gaz 198 litres d'air auxquels nous avons ajouté 2 litres d'oxyde de carbone pur; c'est ce mélange que nous faisons respirer par un chien dont la tête a été recouverte d'une muselière de caoutchouc fixée par un tube en T à deux soupapes à eau, de sorte qu'à chaque inspiration l'animal aspirait à travers le premier flacon un certain volume du mélange gazeux, tandis que l'air expiré s'échappait par le deuxième flacon dans l'air ambiant.

Première expérience. — Chien terrier de taille moyenne, jeune et vigoureux, du poids de 14 kilogrammes : à 2 h. 55 m., commencement de l'inhalation du mélange; à 3 h. 3 m., premières modifications respiratoires caractérisées par l'inspiration plus ample, et surtout diaphragmatique; à 3 h. 5 m., premiers mouvements d'agitation, suivis d'efforts inspiratoires et d'accélération des mouvements du cœur, que traduit une longue aiguille implantée dans un espace intercostal jusqu'au contact de l'organe; 3 h. 10 m.,

1. Ces recherches comparatives ont été faites dans le Laboratoire de M. Laborde, à la Faculté de médecine de Paris.

respiration suspirieuse, avec ronflement bruyant; vive agitation; cris de détresse; urination; 3 h. 13 m., allongement et raidissement des pattes; respiration agonique; le cœur continue ses battements rythmiques, mais affaiblis. Insensibilité complète de la cornée; 3 h. 15 m., après une courte reprise partielle, la respiration s'arrête définitivement; le cœur continue encore, durant quelques secondes, des contractions faibles et irrégulières, auxquelles succède une sorte de trémulation myocardique terminale.

L'animal est mort.

La mort s'est produite, avec la série des accidents qui l'ont précédée, dans l'espace de 20 minutes. C'est là, en effet, la limite moyenne qui va nous servir d'indication type, pour le moment extrême de l'intervention.

Il est, en outre, facile d'apprécier assez exactement la quantité du mélange total qui a été nécessaire pour déterminer la mort : cette quantité a été de 100 litres, c'est-à-dire de la moitié environ du mélange, ce qui fait un litre d'oxyde de carbone.

Nous répétons alors l'expérience, exactement dans les mêmes conditions, mais en y ajoutant l'essai de transfusion directe, au moment où la terminaison est jugée irrémédiable.

Deuxième expérience. — Les deux animaux sont d'abord préparés, le premier pour donner, au moment voulu, du sang artériel par l'artère carotide primitive droite, le second pour recevoir le sang par la veine crurale, celui-ci étant destiné à l'intoxication oxycarbonée, comme dans le cas qui précède; à 4 h. 55 m., la respiration du mélange toxique commence; à 5 h. 10 m., c'est-à-dire vers la dixième minute, premiers efforts inspiratoires, suivis de cris plaintifs, avec agitation; émission abondante d'urine; accélération des battements du cœur, traduits par une longue aiguille; à 5 h. 18 m., respiration suspirieuse, surtout diaphragmatique, de plus en plus ralentie et agonique; les battements du cœur continuent à peine, très irréguliers et affaiblis; la cornée est insensible; à 5 h. 20 m., la respiration paraissant suspendue, et le cœur ne donnant plus que quelques trémulations, par l'intermédiaire de l'aiguille, la communication est rapidement établie entre l'artère du chien vivant et la veine de l'animal intoxiqué, en même temps que la prise de l'atmosphère toxique est suspendue; le sang passe par vives saccades, que traduit le tube élastique de communication.

Dès les premières secondes d'écoulement, on voit manifestement le cœur se ranimer, ses battements s'accélèrent et reprennent leur rythme ; puis la respiration revient lentement et faiblement d'abord, ensuite, et peu à peu, plus fréquente et plus ample.

Vers la troisième minute, elle est rétablie complètement avec son rythme normal, de même que le fonctionnement du cœur.

L'œil de l'animal a repris sa vivacité. La communication sanguine est suspendue, et à 5 h. 25 m., c'est-à-dire 5 minutes après le commencement de la transfusion, le chien tout à l'heure mourant, et pouvant certainement, d'après les indications fournies par le premier témoin abandonné à lui-même, pouvant, disons-nous, être considéré comme irrémédiablement perdu sans notre intervention, est maintenant, et grâce au sang nouveau qu'il a reçu, complètement ramené à la vie.

Nous avons répété plusieurs fois ces expériences et nous avons mesuré la capacité respiratoire du sang, au moment de l'intoxication ; elle était égale à 5,6 au lieu de 24, chiffre normal ; 50 secondes après le début de la transfusion nous avons obtenu une capacité respiratoire égale à 11,8 ; déjà la capacité respiratoire avait doublé, ce qui explique le prompt rétablissement de l'animal.

Mais nous devons faire remarquer que, dans des cas graves d'intoxication chez l'homme, la transfusion du sang doit être faite aussi rapidement que possible, car cette opération ne peut plus avoir d'efficacité si le cœur est arrêté ; elle serait tout à fait inutile plusieurs heures après l'intoxication, pendant la période d'élimination de l'oxyde de carbone. M. le professeur Leyden a injecté avec succès dans les veines d'un homme empoisonné par l'oxyde de carbone du sang défibriné provenant d'une saignée du bras.

Quant aux dangers de la transfusion, il ne faut pas les exagérer : quelques embolies dans les poumons, dit M. Leyden, sont moins à redouter que l'oxyde de carbone dans le sang, et dans les cas où il est indiqué d'intervenir, la transfusion agissant à coup sûr, il ne faut point se contenter des agents purement médicaux plus ou moins insuffisants.

Dans un cas d'intoxication moins avancé, quand le patient respire encore plus de sept fois par minute, il faut le déplacer immédiatemant, le transporter hors de l'atmosphère toxique, puis pratiquer la respiration artificielle, jusqu'à ce que les mouvements respira-

toires reviennent à leur chiffre normal : c'est le meilleur moyen d'activer l'élimination du poison.

Dans certains cas, il a fallu continuer les manœuvres de la respiration artificielle pendant plusieurs heures, pour ramener les mouvements respiratoires spontanés; ainsi le médecin doit être bien averti que ces manœuvres faites, soit en élevant et en abaissant les bras, soit en comprimant les parois thoraciques, doivent être continuées avec une grande persévérance.

M. le professeur Rouget me racontait, à ce propos, qu'un jeune enfant qui était accidentellement tombé la tête la première dans un récipient plein d'eau présentait tous les signes de l'asphyxie complète et de la mort; cependant M. Rouget ne se découragea point, il pratiqua aussitôt la respiration artificielle par la compression du thorax, et ce n'est qu'au bout d'un quart d'heure qu'il vit revenir les mouvements respiratoires spontanés; cependant l'enfant avait des lésions pulmonaires graves; il fut longtemps malade, mais enfin il se rétablit complètement.

M. le docteur Butte m'a communiqué une autre observation : il administrait du chloroforme à une dame qui devait subir une opération chirurgicale; les mouvements respiratoires s'arrêtèrent tout d'un coup; la pâleur de la face, l'immobilité absolue, tous les signes de la mort effrayèrent beaucoup les parents et les médecins, mais ceux-ci se mirent à pratiquer aussitôt la respiration artificielle, et c'est seulement un quart d'heure après, que la patiente revint à la vie par le rétablissement des mouvements respiratoires.

Une intervention prompte et active du médecin dans l'établissement de la respiration artificielle peut avoir des résultats aussi heureux dans des cas d'empoisonnement par l'oxyde de carbone, qui deviendront, je l'espère, *de moins en moins fréquents* dans l'avenir [1].

1. Travail fait au Muséum d'histoire naturelle, dans le Laboratoire dirigé par M. le Professeur Rouget.

SUR LA CIRCULATION ARTÉRIELLE

CHEZ LE

MACACUS CYNOMOLGUS ET LE MACACUS SINICUS

COMPARÉE A CELLE DES SINGES ANTHROPOMORPHES ET DE L'HOMME

Par le Dr F. ROJECKI.

(*Planches XVI et XVII*).

(Suite et fin [1].)

L'**artère cubitale** constitue la seconde branche de la bifurcation de l'humérale; on peut lui considérer, comme à la radiale, une portion brachiale et une antibrachiale. Au bras elle n'est recouverte que par le tissu cellulaire et la peau; elle n'est séparée de la radiale qui se trouve en avant d'elle que par un petit interstice cellulaire et plus bas par le nerf médian, dont elle suit le trajet et qui la sépare du tendon du biceps.

Ses collatérales : 1° 2-3 rameaux qui se rendent au biceps; 2° une branche plus considérable qui naît sur la face interne de la cubitale; elle se porte sous la radiale, où elle se divise en rameaux destinés au biceps et au brachial antérieur; 3° une petite branche, qui naît au-dessus de l'épitrochlée, se rend au vaste interne; 4° un rameau naissant au pli du coude se porte en dehors pour se ramifier dans le rond pronateur; il s'anastomose avec la récurrente radiale et l'humérale profonde.

Au pli du coude, la cubitale passe au-devant de la trochlée, en étant séparée du tendon du biceps par le nerf médian. Au fond du pli du coude elle se divise en deux branches dont l'externe

1. Voy. *Journal d'anatomie et de physiologie*. n° de juillet-août 1889, page 343.

se porte dans l'espace interosseux et paraît prolonger le tronc, l'interne, plus petite, se porte sous le fléchisseur sublime des doigts et constitue la cubitale à l'avant-bras. Ici elle se porte de haut en bas avec le nerf cubital entre les deux fléchisseurs vers la face externe du pisiforme, pour passer ensuite sur le carpe.

Ses branches : 1° l'*artère récurrente cubitale postérieure* naît sur la cubitale avant ou après sa division; elle se porte en bas et en arrière au-devant du muscle cubital antérieur et du nerf cubital en décrivant une courbe à concavité postérieure ; elle pénètre dans le sillon entre l'épitrochlée et l'olécrane, pour s'épuiser finalement dans le triceps brachial; 2° la *récurrente cubitale antérieure*, plus petite que la précédente, se porte en haut entre le brachial antérieur et les muscles épitrochléens; elle naît souvent par un tronc commun avec la précédente; 3° l'*artère interosseuse* naît au fond du pli du coude; elle est plus volumineuse que la cubitale. Elle se porte d'abord en bas et légèrement en arrière pour gagner la face antérieure du ligament interosseux qu'elle longe de haut en bas. Arrivée au bord supérieur du carré pronateur, elle se porte derrière ce muscle vers la moitié de sa hauteur; elle passe insensiblement sur la face postérieure du ligament interosseux qui est très mince et se place ainsi sur la face postérieure de la partie inférieure de l'avant-bras; elle descend verticalement sur le poignet, où elle contribue à former le plexus vasculaire s'anastomosant avec la radiale.

L'interosseuse donne les branches suivantes : 1° des rameaux aux grand palmaire et rond pronateur; ces rameaux peuvent naître du tronc commun des récurrentes cubitales; 2° la branche du nerf médian; elle se divise en deux rameaux qui accompagnent ce nerf jusqu'à la partie inférieure de l'avant-bras. J'ai vu cette branche donner l'artère nourricière du radius qui pénétrait de bas en haut dans le 1/3 supérieur de l'os, ainsi qu'un rameau aux deux fléchisseurs; 3° l'*artère interosseuse postérieure* qui perfore le ligament interosseux d'avant en arrière et se divise en deux branches; la branche supérieure, la récurrente radiale postérieure, remonte le long de la face postérieure du radius sur la face externe de l'olécrane, où elle pénètre sous le tendon du triceps pour s'épuiser dans ce muscle. Au niveau de la tête du radius elle donne un rameau qui passe sur la face postérieure du ligament annulaire du radius à l'épicondyle où il se ramifie.

La branche inférieure, l'interosseuse postérieure, descend verti-

calement sur l'extenseur commun en nournissant des rameaux aux muscles de la région postérieure et moyenne de l'avant-bras; elle donne un rameau descendant sur la face postérieure du radius et s'anastomosant au niveau de l'insertion radiale du rond pronateur avec un rameau de la radiale.

La branche terminale de l'interosseuse arrivée sur la face dorsale du poignet se divise en nombreux rameaux, qui contribuent avec la branche terminale de la radiale et sa branche dorsale du carpe à former un réseau vasculaire anastomotique.

Dans son trajet ultérieur sur l'avant-bras la cubitale abandonne plusieurs rameaux musculaires. Parmi ces rameaux il y en avait deux d'un volume supérieur aux autres; ils provenaient de la cubitale dans le voisinage du pli du coude et se portaient au muscle cubital postérieur.

Avant d'arriver au pisiforme la cubitale donne une branche dorsale du métacarpe, qui se porte en dedans et en arrière en se divisant en deux rameaux; l'un se perd dans les muscles, ou dans d'autres cas il complète l'arcade superficielle; l'autre rameau se porte sur la face dorsale de la main en se divisant en deux rameaux secondaires, l'externe se porte dans le 3e espace interosseux pour s'y jeter dans la digitale dorsale correspondante au niveau de sa bifurcation en collatérales des doigts, l'interne longe le 4e espace interosseux pour donner les collatérales dorsales voisines des deux derniers doigts.

Au niveau du pisiforme la cubitale donne l'artère antérieure du carpe qui se porte en dehors pour s'anastomoser avec la transverse antérieure du carpe, branche de la radiale; on voit de cette anastomose descendre un rameau sur la face antérieure du carpe.

La branche terminale de la cubitale va compléter l'arcade palmaire superficielle en donnant au niveau de sa courbure la collatérale interne du 5e doigt. Lorsque l'arcade palmaire est complétée par une des collatérales de la cubitale et non par sa branche terminale, on voit cette dernière descendre le long de la face palmaire du 5e métacarpien pour se recourber en dehors au niveau de sa tête, pénétrer sous les tendons des longs fléchisseurs du petit doigt, et se jeter dans l'anastomose formée par les perforantes émanées de la radiale.

J'ai constaté sur un sujet que la cubitale envoyait au-dessous du pisiforme une branche profonde qui descendait sur la face anté-

rieure des interosseux en se recourbant en dehors, de façon à décrire une sorte d'arcade profonde qui venait s'anastomoser au sommet du 2e espace interosseux avec la branche terminale de la radiale. Cette ébauche de l'arcade profonde donnait quatre branches descendantes qui se jetaient au niveau des têtes des métacarpiens dans les anastomoses des perforantes, branches de la radiale.

Chez les magots la cubitale au bras est accompagnée par le nerf médian; c'est seulement au-dessous du pli du coude qu'elle se porte vers le côté cubital et parcourt avec le nerf cubital jusqu'à la paume de la main. Au bras et à l'avant-bras elle donne des branches musculaires ainsi que la collatérale cubitale au bras, la récurrente cubitale au-dessous du pli du coude et l'interosseuse. Le rameau dorsal naît dans la partie inférieure de l'avant-bras et concourt à former le réseau dorsal. Le rameau palmaire, branche terminale de la cubitale, donne aux muscles du petit doigt, fournit la 4e interosseuse palmaire, avec les collatérales au 4e et au 5e doigt, et finalement s'anastomose avec l'arcade superficielle. Il n'y pas de branche profonde pour la formation de l'arcade profonde.

L'interosseuse se divise immédiatement en interosseuse antérieure et postérieure; la première est plus forte et donne en bas un rameau perforant qui descend jusqu'au réseau articulaire dorsal.

Bien que l'interosseuse soit une branche de la cubitale on peut cependant dans certains cas la regarder comme dépendant de la radiale; Theile l'a vue, trois fois sur huit bras examinés, naître de la radiale. Sur le quatrième bras la radiale donnait au-dessous du pli du coude une très forte branche qui se réunissait avec une branche de la cubitale en interosseuse. Sur un 5e bras, bien que l'interosseuse postérieure prenait naissance sur la cubitale, l'interosseuse antérieure provenait cependant de la radiale et recevait seulement une petite branche de la cubitale. Ces deux derniers cas se présentaient de deux côtés. De la naissance de l'interosseuse dépendent l'égalité et l'inégalité des volumes de la radiale et de la cubitale.

Chez le gorille la cubitale naît au pli du coude; elle donne l'artère interosseuse. Au niveau du carpe elle donne le tronc cubito-palmaire qui complète l'arcade palmaire profonde formée par la radiale. Arrivée sur la paume de la main, la cubitale donne trois branches digitales dont la première constitue la collatérale interne du petit doigt, la seconde les collatérales voisines des deux derniers doigts, enfin la troisième les collatérales voisines du 4e et du 3e doigt; cette dernière branche reçoit au niveau du milieu du troisième métacarpien une branche anastomotique qui lui vient de l'arcade palmaire profonde.

Chez le chimpanzé l'humérale, après avoir donné au pli du coude la radiale, plonge dans l'espace interosseux en se divisant en interosseuse, qui longe le côté radial de la face antérieure du ligament interosseux et se termine sous le carré pronateur, et en cubitale, plus volumineuse que la radiale, qui descend entre le cubital antérieur et le fléchisseur profond

des deux derniers doigts et se divise à la main en deux branches, dont l'une complète l'arcade profonde, tandis que l'autre descend obliquement au-devant des fléchisseurs profonds vers les deux derniers doigts auxquels elle donne deux collatérales correspondantes. A ce niveau elle communique par une branche avec l'arcade profonde qui fournit les collatérales des autres doigts.

Chez le gibbon la cubitale présente une disposition toute particulière. Et en effet tandis que la radiale et non pas la cubitale, comme l'indique dans le texte et la figure M. Deniker [1], est grêle et s'épuise dans les muscles de l'avant-bras, la cubitale est très forte et remplace en bas la radiale en donnant une branche transversale au niveau du poignet qui donne probablement, d'après la supposition de M. Deniker, tous les vaisseaux de l'arcade palmaire qui dans les cas normaux proviennent de la radiale.

La cubitale chez l'homme peut, avons-nous dit, naître sur le bras comme chez les macaques et les magots. Elle peut également provenir directement de l'artère axillaire, au-dessus ou au-dessous des circonflexes, comme cela a eu lieu chez deux magots disséqués par Theile. D'après cet auteur la cubitale constitue le prolongement de l'axillaire et cette manière de voir se trouve confirmée par les rapports de la radiale et de la cubitale observés par M. Deniker sur le membre gauche du gibbon. Chez l'homme il n'est pas rare de voir la cubitale provenant prématurément de l'humérale présenter un volume plus considérable, tandis que la radiale est réduite à des dimensions beaucoup plus inférieures.

L'artère interosseuse des macaques se comporte comme celle de l'homme, mais chez les magots elle naît dans la plupart des cas sur la radiale, ce qui n'est pas aussi rare à observer chez l'homme [2]. L'artère du nerf médian qui est habituellement chez l'homme branche de l'interosseuse antérieure peut naître quelquefois sur la partie commune des interosseuses, comme cela a lieu chez les macaques.

L'artère dorsale du métacarpe chez les macaques se termine à peu près comme chez l'homme, car chez ce dernier elle peut se jeter dans la digitale dorsale du 4e doigt, ou bien donner la collatérale dorsale interne du 5e doigt, voire les collatérales dorsales voisines des deux derniers doigts.

Je ne sais pas si la branche terminale de la cubitale chez l'homme peut s'anastomoser avec les artères perforantes comme chez les macaques.

1. Deniker, *loc. cit.*, p. 200, pl. XXVII, fig. 8.
2. Cruveilhier, *loc. cit.*, p. 138.

Le petit développement de l'arcade profonde se voit souvent chez l'homme, ainsi que la formation de cette arcade par la radiale qui perfore le sommet du deuxième espace interosseux.

La disposition des vaisseaux décrite par M. Deniker sur la main du gorille s'observe aussi chez l'homme. L'arcade superficielle manque alors et les artères digitales fournies par la radiale et la cubitale se divisent en collatérales des doigts sans s'anastomoser, ou bien elles sont réunies par des branches anastomotiques transversales, simples ou doubles. Le tronc radio-palmaire donne dans ce cas les collatérales des deux premiers doigts, ainsi que la collatérale externe du médius. Les autres collatérales sont fournies par la cubitale. L'arcade profonde est alors peu développée et ne prend que peu de part dans la formation des artères digitales.

L'**aorte thoracique** se comporte comme chez l'homme; elle descend le long de la face gauche de la colonne vertébrale jusqu'au diaphragme, qu'elle traverse pour se continuer en aorte abdominale. Dans son trajet elle donne les branches suivantes : 1° *artères bronchiques*. Je les ai vues, au nombre de deux, naître à des hauteurs diverses sur la face antérieure de l'aorte; elles se portent dans la direction des bronches où elles se ramifient; 2° *artères œsophagiennes*, au nombre de 4-5, se portent à l'œsophage; 3° *artères intercostales*. Leur nombre était égal à celui des côtes moins deux, les deux premiers espaces intercostaux recevant leurs vaisseaux de l'intercostale supérieure. Ces artères prennent naissance par un tronc unique sur la face postérieure de l'aorte; ce tronc se bifurque bientôt en intercostales droite et gauche qui se portent vers le bord inférieur de la côte sus-jacente. Ces artères s'amincissent dans leur trajet et finissent par s'anastomoser dans la partie antérieure des espaces intercostaux, qu'elles parcourent avec les branches correspondantes de la mammaire interne. Elles donnent des rameaux dorsaux qui sont très minces.

Chez les magots l'aorte thoracique donne : 1° les intercostales qui proviennent deux par deux de la face postérieure de l'aorte étant rapprochées les unes des autres; elles se portent à angle aigu dans les espaces intercostaux. La première intercostale aortique se porte dans le 3e espace intercostal. Les intercostales de deux côtés des trois dernières côtes proviennent, chez les quatre sujets que l'auteur a étudiés, d'un tronc commun très court qui naît sur la face postérieure de l'aorte. Dans un cas, la 4e et la 5e inter-

costale droite naissaient par un tronc commun. 2° Les artères bronchiques. Une artère bronchique commune naît habituellement sur la 1re intercostale droite, qui est par suite plus volumineuse. Une seule fois la bronchique gauche prenait naissance sur l'aorte. 3° Les artères œsophagiennes, au nombre de 2-4, naissent sur la face antérieure de l'aorte.

Je n'ai rien trouvé dans les auteurs sur les rapports de ces artères chez les anthropomorphes.

La disposition de l'aorte thoracique avec ses branches chez les singes est, par conséquent, la même que chez l'homme, si ce n'est que les intercostales naissent d'un tronc commun sur la face postérieure de l'aorte; cependant on voit parfois chez l'homme les intercostales provenir d'un tronc commun comme chez les singes dont nous nous sommes occupés.

La **portion abdominale de l'aorte descendante** présente les mêmes rapports que chez l'homme. Arrivée au niveau de l'avant-dernière vertèbre lombaire, elle se divise en trois branches : deux iliaques communes et artère sacrée moyenne ou caudale. Les branches qu'elle donne dans son trajet sont les suivantes : 1° les *artères lombaires* se dirigent au niveau du corps de chaque vertèbre en dehors en se divisant en deux branches, la postérieure qui se comporte comme la postérieure des intercostales et l'antérieure qui est destinée aux parois abdominales. La dernière lombaire provient de l'artère caudale.

2° Le *tronc cœliaque* naît sur la face antérieure de l'aorte au-dessous du diaphragme; il se porte en bas et en avant et, après un trajet de 1 à 2 centim. environ, il se divise en trois branches :

a. L'*artère coronaire stomachique*, plus grêle que les autres branches, se dirige en bas et en avant, en s'inclinant un peu à gauche, vers le milieu de la petite courbure de l'estomac; elle ne décrit aucune courbure, comme cela a lieu chez l'homme. Au milieu de la petite courbure de l'estomac elle paraît se diviser en deux branches inégales, l'antérieure et la postérieure. La branche antérieure se porte sur la face antérieure de l'estomac en s'y divisant en trois branches secondaires : la gauche se ramifie sur la face antérieure au voisinage du fond et du cardia, la médiane sur la partie moyenne de la face antérieure, la droite enfin est plus rapprochée de la région pylorique; c'est elle qui donne des rameaux qui suivent la petite courbure et s'anastomosent avec la pylorique. La branche posté-

rieure, moins volumineuse que l'antérieure, se porte sur la face postérieure de l'organe, où elle se ramifie au niveau de la région moyenne et pylorique.

Outre ces branches, la coronaire stomachique donne encore, aussitôt après sa naissance, 1-2 rameaux œsophagiens qui remontent sur l'œsophage en traversant avec lui le diaphragme pour s'anastomoser avec les œsophagiennes aortiques.

b. L'*artère hépatique*, beaucoup plus volumineuse que la précédente, se porte transversalement à droite en décrivant une légère courbe à concavité supérieure pour pénétrer dans le foie. Ses branches : α, l'*artère gastro-épiploïque droite* se porte en bas, derrière la première portion du duodénum, où elle se recourbe à gauche en suivant la grande courbure de l'estomac; vers le milieu de cette courbure elle s'épuise en s'anastomosant avec la gastro-épiploïque gauche, branche de la splénique. Dans son trajet elle donne : 1° l'*artère pancréatico-duodénale* qui donne des rameaux à la face postérieure du duodénum; un rameau qui pénètre dans la tête du pancréas, ainsi que des rameaux pyloriques postérieurs (je n'ai pas constaté l'anastomose de la pancréatico-duodénale avec la mésentérique supérieure); 2° des *rameaux gastriques* qui sont fournis au niveau de la grande courbure de l'estomac; ils sont destinés à la face antérieure et à la face postérieure de cet organe, mais les derniers sont beaucoup plus courts et moins nombreux que les premiers; 3° des *rameaux épiploïques* qui descendent dans le grand épiploon en formant de grandes anses vasculaires qui se ramifient et s'anastomosent dans cette portion de la séreuse péritonéale.

β. L'*artère pylorique* se porte vers le pylore en se divisant en plusieurs rameaux sur ses faces antérieure et postérieure, sans donner des anastomoses évidentes avec la coronaire stomachique.

γ. Les branches terminales résultent de la bifurcation de l'artère hépatique. La branche gauche se porte dans le lobe gauche du foie en donnant sur son trajet la diaphragmatique inférieure qui se rend vers la partie moyenne du centre tendineux; avant d'atteindre le diaphragme, la diaphragmatique inférieure envoie un rameau au cardia; arrivée au centre tendineux, elle donne un rameau qui se porte vers la partie gauche de ce centre, tandis que le tronc de l'artère, incliné aussi à gauche, arrive à la portion charnue du diaphragme où il se bifurque; chaque branche de la bifurcation décrit

une courbe à concavité postérieure en se ramifiant sur la face inférieure de la portion charnue du diaphragme. La branche terminale droite de l'artère hépatique paraît continuer son tronc; elle se divise à son tour en deux branches secondaires dont chacune en se subdivisant pénètre dans le lobe correspondant du foie.

c. L'*artère splénique*, moins volumineuse que l'artère hépatique, se porte en bas et légèrement à gauche vers la rate; dans ce trajet elle n'est point flexueuse. Avant de pénétrer dans la rate elle se divise en nombreuses branches qui s'enfoncent dans cet organe. Ses collatérales sont: α, une branche destinée à la face postérieure du cardia; β, l'*artère gastro-épiploïque gauche* se porte sur la face postérieure de l'estomac où elle se divise en plusieurs branches qui gagnent la grande courbure pour s'y anastomoser avec la gastro-épiploïque droite; la gastro-épiploïque gauche donne aussi quelques rameaux épiploïques qui se comportent comme ceux de la gastro-épiploïque droite; γ, les *vaisseaux courts* qui sont fournis par les branches terminales de la splénique, se recourbent en arrière pour se ramifier sur la face postérieure de l'estomac, entre le cardia et la grosse tubérosité; δ, *deux branches pancréatiques* dont l'une plus volumineuse pénètre dans la queue de cet organe, l'autre plus petite dans sa partie moyenne.

3° La *mésentérique supérieure* naît sur la face antérieure de l'aorte, immédiatement au-dessous du tronc cœliaque; elle se porte presque verticalement en bas en donnant aussitôt après sa naissance l'*artère cystique* qui se porte sur la vésicule biliaire en se divisant en 3 branches dont l'une longe le côté droit, l'autre le côté gauche et la troisième la face inférieure de la vésicule. Ses branches terminales sont destinées à l'intestin grêle et à la première 1/2 du gros intestin en se divisant sur ces viscères comme chez l'homme.

4° Les *artères rénales* naissent au-dessous de la mésentérique. La droite se porte transversalement en dehors pour pénétrer dans le hile du rein où elle se divise en deux branches. Ses collatérales: α, la diaphragmatique inférieure se porte en haut et en avant le long du pilier droit du diaphragme vers la partie tendineuse où elle se ramifie en branches transversales se portant à gauche et à droite; elle envoie aussi des rameaux à la couche graisseuse qui entoure le rein, ainsi que 2-3 branches surrénales parmi lesquelles il m'a été impossible de distinguer des branches supérieures, moyennes et

inférieures; β, une petite branche au pilier droit du diaphragme; γ, la spermatique droite.

L'artère rénale gauche naît au même niveau ou au-dessous de la droite, mais, le rein gauche étant à 15 millim. environ plus bas que le rein droit, elle est plus longue que la droite et se dirige en bas et en dehors. Elle donne : α, une branche lombaire qui naît immédiatement après sa naissance; elle se porte dans la paroi abdominale où elle se ramifie; elle envoie une petite branche capsulaire et une autre au pilier gauche qui donne des ramifications au diaphragme, où elles se rencontrent avec celles qui sont fournies par la diaphragmatique inférieure droite.

5° *Artères spermatiques.* La spermatique droite naît sur la face inférieure de l'artère rénale près de son origine; la spermatique gauche sur la face antéro-externe gauche de l'aorte au-dessous de la droite (14 millim. sur un macaque bonnet chinois). Sur un macaque commun c'est l'inverse qui a eu lieu, la spermatique droite prenait naissance sur l'aorte, la gauche sur l'artère rénale. Elles se portent en bas et légèrement en dehors en croisant la direction du muscle psoas dont elles longent le côté externe au niveau du bassin. Arrivées dans la partie supérieure du bassin ces artères commencent à devenir flexueuses en se recourbant sur elles-mêmes. Elles s'engagent ensuite dans le canal inguinal de chaque côté pour contribuer à constituer le cordon spermatique; ici elles s'entortillent de façon à former une masse vasculaire qui ressemble aux vers de terre enroulés. La longueur de cette masse ayant été 5 centim., après le dévidement l'artère présentait environ 40 centimètres de longueur. L'artère de chaque côté pénètre ensuite dans les bourses entre l'épididyme et le testicule en s'enfonçant sous l'albuginée, où après de nombreuses circonvolutions elle se divise en deux branches dont chacune après un certain nombre de flexuosités pénètre dans le parenchyme de l'organe.

Au niveau de ce plexus pampiniforme artériel la spermatique donne une branche qui participe aussi à la formation du plexus et qui présentait après le dévidement 6 centim. de longueur environ. Cette branche est destinée à l'épididyme sur lequel elle décrit des flexuosités.

6° L'*artère mésentérique inférieure* naît sur la face antérieure de l'aorte dans la région lombaire. Elle se divise bientôt après sa naissance en plusieurs branches dont les supérieures constituent les

divisions de l'artère colique gauche, les inférieures l'hémorrhoïdale supérieure.

Chez les magots l'aorte abdominale s'étend de l'orifice du diaphragme, appliquée contre la colonne vertébrale, jusqu'à la dernière vertèbre lombaire où elle se divise en iliaques primitives. Ses branches : 1° le tronc cœliaque se porte en avant, sous un angle droit, de la partie initiale de l'aorte en donnant toujours, outre les branches principales, quelques rameaux pancréatiques. Chez deux sujets le tronc cœliaque se divisait seulement en coronaire stomachique et en splénique, l'artère hépatique ayant été chez eux une branche de la mésentérique supérieure. Chez une femelle, plus âgée, le tronc cœliaque donnait d'abord l'artère hépatique et son prolongement se divisait ensuite en coronaire stomachique et en splénique. Chez un autre mâle le tronc cœliaque se confondait avec la mésentérique supérieure en un seul tronc dont la mésentérique se séparait la première.

a. L'artère hépatique provenait une fois du tronc cœliaque, deux fois de la mésentérique supérieure; chez le quatrième sujet le tronc cœliaco-mésentérique se bifurquait en tronc cœliaque et en mésentérique et c'est le premier qui donnait l'artère hépatique. Cette dernière donne toujours une volumineuse pancréatico-duodénale, ainsi que plusieurs branches au pancréas, et se divise en hépatiques droite et gauche; la droite donne l'artère cystique, la gauche, la diaphragmatique gauche. La gastro-duodénale, ou au moins la gastro-épiploïque droite n'est pas une branche de l'hépatique. Elle provenait, chez trois sujets, de la mésentérique supérieure.

b. La coronaire stomachique, qui suit la petite courbure de l'estomac, provient de la splénique.

c. L'artère splénique se porte sur le bord du pancréas à gauche, donne plusieurs rameaux pancréatiques et spléniques, 4-5 vaisseaux courts à la grosse tubérosité de l'estomac et enfin la gastro-épiploïque gauche.

2° Mésentérique supérieure. Chez deux sujets elle naît comme chez l'homme; chez le troisième elle est rapprochée du tronc cœliaque; chez le quatrième enfin elle constitue la première branche du tronc cœliaco-mésentérique. Sa première branche est la gastro-épiploïque droite qui donne aussitôt la pancréatico-duodénale et suit la grande courbure de l'estomac en formant de grandes anastomoses avec le même vaisseau du côté opposé.

La mésentérique supérieure donne ensuite par sa convexité six à neuf artères intestinales à l'intestin grêle et se termine comme l'artère iléo-colique dans la partie terminale de l'intestin grêle et la partie initiale du gros intestin. De sa concavité on ne voit provenir qu'une seule artère colique dont les branches se ramifient sur le côlon ascendant et transverse.

3° Mésentérique inférieure. Elle naît à peu près au niveau de la moitié de l'aorte abdominale et se divise bientôt en rameaux ascendant et descendant qui se subdivisent de façon à constituer quatre branches, plus grosses, qui se ramifient sur le côlon descendant jusqu'au rectum. La portion terminale de la quatrième branche est l'hémorrhoïdale supérieure.

4° Artères rénales naissent sous la mésentérique supérieure. La rénale droite donne toujours une forte diaphragmatique droite. La rénale gauche

ne donne qu'une seule fois une petite branche diaphragmatique gauche, cette dernière étant constamment fournie par l'hépatique gauche. Plus loin les rénales donnent les artères surrénales. On ne voit aucune branche surrénale provenir directement de l'aorte. On voit encore de chaque rénale un simple ou multiple rameau à l'uretère.

5° Les spermatiques naissent entre les deux mésentériques; deux fois sur la face antérieure de l'aorte, deux fois sur ses faces latérales. Elles sont relativement plus grosses que chez l'homme. La spermatique gauche naît, dans deux cas, plus haut que la droite; chez le troisième sujet elle provenait de la rénale gauche, chez le quatrième au contraire elle envoyait une branche au rein. La spermatique se porte devant l'uretère en bas et en dehors en lui donnant des rameaux ainsi qu'au péritoine et entre ensuite dans le testicule ou le ligament large.

6° Artères lombaires proviennent, à part celle qui correspond à la dernière vertèbre lombaire, par un court tronc commun sur la face postérieure de l'aorte.

Je ne connais rien sur l'arrangement des vaisseaux abdominaux chez les anthropomorphes.

En résumant tout ce que nous avons dit sur la disposition des vaisseaux abdominaux chez les deux espèces de cercopithèques, et en le comparant avec ce qu'on observe chez l'homme, nous voyons que quelques particularités observées dans l'arrangement des artères chez les singes se retrouvent pour la plupart chez l'homme à titre d'anomalie.

Ainsi la provenance commune du tronc cœliaque avec la mésentérique supérieure observée chez certains magots se rencontre anormalement chez l'homme.

La coronaire stomachique, qui chez les magots naît sur la splénique, peut également chez l'homme n'être qu'une branche de cette dernière.

On peut en dire autant de l'artère hépatique qui chez les magots naît, comme souvent en cas d'anomalie chez l'homme, de la mésentérique supérieure.

La gastro-épiploïque et la cystique peuvent également être quelquefois fournies chez l'homme par la mésentérique supérieure, comme cela paraît être la règle pour la première chez les magots, pour la seconde chez les macaques.

Je n'ai pas constaté chez les macaques d'anastomoses entre la pancréatico-duodénale et la mésentérique supérieure, tandis que chez l'homme cette anastomose est un phénomène constant [1].

1. Cruveilhier, *loc. cit.*, p. 62.

La diaphragmatique inférieure gauche chez les macaques et chez les magots provient de la branche terminale gauche de l'hépatique; chez l'homme elle peut aussi naître de l'hépatique surtout lorsque cette dernière vient directement de l'aorte. La même chose s'observe avec la diaphragmatique inférieure droite, qui chez les singes normalement, chez l'homme anormalement, est fournie par la rénale droite.

Les flexuosités toutes particulières des artères spermatiques observées par moi chez les macaques ne paraissent pas avoir d'analogies, au moins à un si haut degré, chez l'homme.

Les **iliaques primitives** se portent en divergeant en bas et légèrement en avant; elles se bifurquent en iliaques externes et internes au niveau d'une ligne transverse qui passerait sous le promontoire.

Chez les magots elles se comportent de la même façon. Elles ne donnent aucune collatérale si ce n'est l'artère ilio-lombaire dont l'origine sur l'iliaque primitive paraît être constante, quatre fois sur trois sujets. L'artère ilio-lombaire peut également naître sur l'iliaque externe ou sur l'hypogastrique. Chez les anthropomorphes ces troncs se comportent comme chez l'homme.

Chez l'homme, l'artère ilio-lombaire peut aussi prendre son origine sur l'iliaque primitive.

L'**artère hypogastrique**, branche interne de la bifurcation de l'iliaque primitive, s'écarte légèrement de l'iliaque externe pour s'enfoncer dans le bassin où elle se divise en plusieurs branches :

1° L'*artère fessière* paraît continuer l'hypogastrique ; elle se porte en arrière et en bas vers la partie la plus élevée de l'échancrure sciatique qu'elle traverse. Aussitôt après sa sortie du bassin elle se divise en deux branches : la branche interne se porte directement en arrière en se bifurquant; le rameau supérieur, qui naît au niveau de la partie la plus élevée de l'échancrure sciatique, se porte verticalement en haut en pénétrant dans le moyen fessier où il chemine jusqu'à la base du sacrum; le rameau inférieur descend verticalement dans le sillon formé par les muscles de la base de la queue et le muscle pyramidal et se ramifie dans ces muscles. La branche externe se recourbe sur le bord de l'échancrure sciatique pour se porter horizontalement en dehors; elle envoie un rameau au muscle pyramidal et un autre qui accompagne le nerf sciatique jusqu'au

niveau du bord inférieur du petit fessier, ainsi que des rameaux au petit et au moyen fessier. Outre ces rameaux l'artère fessière donne dans son trajet des collatérales plus volumineuses : *a*, l'*artère ischiatique* qui naît sur la face inférieure de la fessière aussitôt après son origine ; elle se dirige vers la partie inférieure de l'échancrure sciatique, en longeant le côté inférieur du nerf sciatique, quitte le bassin au niveau du bord inférieur du muscle pyramidal en se divisant en plusieurs branches, dont les unes sont destinées au muscle pyramidal et aux muscles de la base de la queue, les autres au grand fessier, à la tubérosité de l'ischion, aux deux jumeaux, à l'obturateur interne et au nerf sciatique en l'accompagnant sur une certaine étendue de son trajet; *b*, deux *artères sacrées latérales* naissent sur la fessière dans le bassin ; ces artères pénètrent dans le premier et le deuxième trou sacré en envoyant des rameaux ascendants et descendants sur le sacrum.

2° L'*artère honteuse interne* naît sur la face interne de l'hypogastrique au même niveau que l'artère fessière ; elle se porte en bas et en arrière au-devant du muscle pyramidal vers l'épine sciatique, sort du bassin au niveau du bord inférieur de ce muscle et s'applique contre le berd postérieur de l'ilion qu'elle longe dans une certaine étendue. Dans le bassin elle donne les branches suivantes : *a*, l'*artère vésicale* se porte de la face antérieure de la honteuse interne vers la partie moyenne et latérale de la vessie en passant sous le canal déférent; elle se ramifie sur les faces antérieure et postérieure de l'organe auquel elle est destinée et envoie de petits rameaux qui suivent le canal déférent vers l'orifice inguinal ; elle donne également une branche assez considérable, cheminant le long de la face latérale de la vessie jusqu'à son col ; cette branche donne à la prostate ; la branche terminale de la vésicale passe sur la face postérieure de la vessie pour arriver aux vésicules séminales dans lesquelles elle pénètre en se divisant en plusieurs rameaux ; cette branche terminale donne un rameau hémorrhoïdal moyen qui se ramifie sur la face antérieure du rectum ; *b*, l'*hémorrhoïdale moyenne* naît sur la honteuse interne au-dessous de la vésicale. Je l'ai vue naître sur la vésicale. Elle se porte vers les vésicules séminales en s'appliquant contre leur face supérieure et s'y divise en trois rameaux : l'un d'eux est destiné à la prostate, l'autre contourne la face externe de cette glande pour s'épuiser dans le plancher périnéal et le troisième, qui semble par son volume continuer le tronc, descend sur la face antéro-

externe du rectum en se ramifiant au niveau de sa partie inférieure et s'anastomosant avec l'hémorrhoïdale inférieure.

En avant de l'épine sciatique la honteuse interne correspond à la face interne de l'obturateur interne ; elle se dirige, recouverte par le releveur de l'anus, sous la symphyse pubienne où elle se divise en ses branches terminales. Dans cette partie de son trajet elle donne : *c*, des *rameaux à l'obturateur interne* ; *d*, des *rameaux aux callosités* ; *e*, l'*artère hémorrhoïdale inférieure* destinée au sphincter anal et à la peau de la même région ; *f*, des *rameaux au muscle bulbo-caverneux*. Entre l'obturateur interne et le bulbe, l'artère honteuse interne donne les *artères transverses du périnée*, qui sont au nombre de trois de chaque côté ; elles se portent transversalement vers le bulbe pour pénétrer dans le corps caverneux.

Arrivée sous la symphyse pubienne, la honteuse interne se rapproche de celle du côté opposé en lui envoyant un rameau anastomotique transversal et se divise en ses deux branches terminales. Je n'ai pas pu constater la présence de l'artère superficielle du périnée qui constitue chez l'homme une des branches terminales de la honteuse interne.

La branche terminale profonde, l'*artère caverneuse*, pénètre dans la profondeur de la racine du pénis pour se jeter dans le corps caverneux.

La branche terminale superficielle, l'*artère dorsale de la verge*, beaucoup plus mince que la précédente, se porte sur la face dorsale de la verge pour se placer à côté de la veine du même nom qui est, par conséquent, accompagnée de deux artères dont la droite est plus mince. Cette dernière s'épuise avant d'arriver au gland, tandis que la gauche après avoir croisé la veine, qui se bifurque, devient médiane, arrive dans le sillon rétro-glandulaire en s'y bifurquant ; chacune de ses branches de la bifurcation se porte de chaque côté sous la muqueuse du sillon rétro-glandulaire. J'ai vu au niveau de la racine de la verge une petite branche transversale qui établissait une anastomose entre les deux artères dorsales de la verge ; de la moitié de cette branche anastomotique provenait une petite artériole qui se portait également sur la face dorsale de la verge, sous la veine du même nom.

3° L'*artère obturatrice* naît au même niveau que la honteuse interne ; sa direction est en bas et en avant. Elle repose sur le psoas iliaque qu'elle abandonne ensuite pour s'appliquer contre l'éminence ilio-

pectinée; elle passe ensuite entre cette éminence et la crête pubienne par-dessus le bord supérieur du pubis, s'enfonce sous le muscle court adducteur et se divise sur la face externe de l'obturateur externe en nombreux rameaux. Ses branches sont : *a*, branche qui naît au niveau de la face interne du muscle psoas-iliaque, elle se porte derrière la branche horizontale du pubis vers le canal sous-pubien; au niveau de l'éminence ilio-pectinée elle donne un rameau qui longe la face postérieure de la branche horizontale du pubis envoyant des rameaux au muscle releveur de l'anus et s'anastomosant au niveau du pubis avec le rameau correspondant du côté opposé. La branche elle-même arrivée au niveau du trou sous-pubien se divise en deux branches secondaires: l'interne se ramifie sur la face interne de l'obturateur interne jusqu'à la tubérosité de l'ischion, l'externe se répand sur la face externe du même muscle, entre lui et l'obturateur externe, après avoir traversé le trou sous-pubien. Au niveau de la crête du pubis l'obturatrice donne une autre branche *b*, qui se porte horizontalement en dedans le long de la face externe de la branche horizontale du pubis, pour descendre ensuite sur la verge où elle se ramifie sous la peau jusqu'à la moitié de l'organe. Sur un autre sujet, cette branche du côté droit a été fournie par l'épigastrique et a été plus forte que celle du côté gauche.

Au niveau de la face externe de l'obturateur externe, l'obturatrice se divise en nombreuses branches : *c*, 2-3 branches au grand adducteur; *d*, une branche pénienne inférieure qui se ramifie sur la partie inférieure et latérale de la verge; *e*, 2-3 rameaux au carré de la cuisse; *f*, une branche nourricière qui pénètre dans l'os dans la région du petit trochanter; *g*, une branche qui se porte derrière l'obturateur externe, sur la face antéro-inférieure de l'articulation coxo-fémorale, en la contournant d'avant en arrière, se rapproche des tendons des muscles pelvi-trochantériens, en leur envoyant des rameaux, et se porte en bas vers la tubérosité de l'ischion, où elle se termine.

Les branches de l'hypogastrique chez les magots sont les suivantes : 1° L'obturatrice, qui est relativement plus forte que chez l'homme. Theile l'a vue provenir deux fois de l'iliaque externe. Après avoir fourni des branches au releveur de l'anus, l'obturatrice se bifurque en rameau externe et rameau interne. Le rameau interne, plus petit, sort, comme l'obturatrice chez l'homme, à travers le trou sous-pubien, entre l'obturateur externe et les adducteurs. Le rameau externe se porte par-dessus le pubis, entre le psoas

iliaque et les adducteurs, sur la cuisse, pénètre entre l'obturateur externe et les adducteurs, en leur donnant des rameaux ainsi qu'à la région ischiatique et finit par s'anastomoser avec le rameau interne.

Chez deux femelles, l'obturatrice donnait, trois fois sur quatre, l'épigastrique.

2° Les sacrées latérales constituaient, chez deux sujets, la première branche de l'hypogastrique.

3° L'ombilicale provient de l'hypogastrique après l'obturatrice.

4° Les artères vésicales sont représentées par quelques rameaux qui se portent, avec l'artère ombilicale, à la partie supérieure de la vessie. Plus loin cependant, on voit provenir d'autres vésicales de l'hypogastrique.

5° L'artère fessière naît sur l'hypogastrique tantôt en avant, tantôt en arrière de l'ombilicale. Elle se porte en arrière par l'échancrure sciatique, monte sur l'os iliaque en donnant des rameaux aux muscles fessiers et à la tubérosité de l'ischion.

6° L'artère ischiatique. L'hypogastrique avant de passer en honteuse donne au niveau de la petite échancrure sciatique une petite artère ischiatique, qui accompagne le nerf sciatique et se ramifie dans les adducteurs de la cuisse et les fléchisseurs de la jambe. Chez un mâle, l'hypogastrique gauche se bifurquait en branche antérieure et postérieure; la branche postérieure, après avoir donné les petites sacrées latérales, se divisait dans le bassin en ischiatique et fessière. Chez un autre mâle, on trouvait à droite un tronc commun pour l'ischiatique et la fessière; ce tronc sortait du bassin au-dessus du muscle pyramidal pour se bifurquer. Sur le même sujet, à gauche, l'ischiatique naissait isolément de l'hypogastrique et quittait le bassin avec la honteuse au-dessous du muscle pyramidal.

7° L'artère utérine provient de la partie terminale de l'hypogastrique au-dessus de l'ischiatique; elle donne une artère vaginale et une branche à la glande de Bertholin et se ramifie dans l'utérus jusqu'à l'ovaire.

8° Les vésicales inférieures naissent chez les mâles sur l'hypogastrique, à l'endroit où chez les femelles naissent les artères utérines; elles se portent au bas-fond de la vessie, aux vésicules séminales et à la prostate.

9° La honteuse interne, branche volumineuse, quitte le bassin au-dessous du muscle pyramidal pour y entrer bientôt de nouveau; elle se porte, à côté de l'anus, sous l'arcade pubienne en donnant dans la région périnéale une branche bien distincte, l'hémorrhoïdale externe, qui se ramifie dans les régions anale et périnéale, ainsi que dans les parties génitales externes. Chez le mâle, on voit ensuite l'artère bulbeuse qui se rend au bulbo-caverneux et au volumineux bulbe de l'uretère. Sous l'arcade pubienne la honteuse interne se divise en profonde et dorsale de la verge ou du clitoris.

Je n'ai rien trouvé dans les auteurs sur les rapports de l'hypogastrique chez les anthropomorphes.

En passant maintenant à la disposition des branches de l'hypogastrique chez l'homme, nous remarquons qu'elle diffère quelque peu de ce que nous avons trouvé chez les singes. Ainsi, en pre-

mier lieu, on observe chez les macaques la provenance d'un tronc commun des artères fessière et ischiatique; cette disposition, cependant, se rencontre souvent chez l'homme. On peut en dire autant de la naissance des artères sacrées latérales sur l'ischiatique. L'artère vésicale, qui est multiple chez l'homme, était unique chez les macaques que j'ai disséqués. Elle provenait de la honteuse interne et se divisait en branches antérieures, postérieures et inférieures, destinées aux parties correspondantes de la vessie. Cette réduction des artères vésicales à un seul tronc ne paraît pas, à ce que je sache, exister chez l'homme; on y trouve cependant des variations en ce qui concerne leur nombre, leur calibre et leur provenance; elles naissent directement ou indirectement sur l'hypogastrique. La vésicale inférieure émane souvent de la honteuse interne.

Nous voyons ensuite que l'artère hémorrhoïdale moyenne chez les macaques prend son origine tantôt sur la honteuse interne, tantôt sur la vésicale; on y observe aussi que l'artère vésicale fournit un rameau hémorrhoïdal moyen; c'est elle qui donne des rameaux musculaires et prostatiques. Chez l'homme, l'hémorrhoïdale moyenne peut souvent prendre naissance sur la honteuse interne; elle ne paraît pas provenir de la vésicale, mais elle s'anastomose presque toujours avec cette dernière [1]; sa provenance de diverses autres sources n'est pas non plus rare [2]. La multiplicité des artères transverses du périnée telle qu'on l'observe chez les macaques ne se rencontre jamais, à ma connaissance, dans l'espèce humaine.

Nous pouvons encore noter ici, parmi les différences dans la disposition des troncs artériels chez l'homme et chez les singes, l'absence de l'artère superficielle du périnée chez les macaques; il n'y aurait alors chez eux qu'une seule branche terminale de la honteuse interne.

L'inégalité des artères dorsales de la verge de deux côtés, telle que je l'ai observée chez le macaque, peut bien souvent se rencontrer chez l'homme, où l'une des deux artères est d'un volume moindre que l'autre et n'atteint que la moitié de l'organe; elles peuvent chez lui communiquer par une branche transversale comme cela avait lieu chez le macaque.

1. Henle, *loc. cit.*, p. 175.
2. Cruveilhier, *loc. cit.*, p. 154.

Pour finir avec la comparaison des branches de l'hypogastrique nous dirons encore que l'artère obturatrice chez les magots provient souvent de l'iliaque externe, phénomène observé souvent chez l'homme, et que l'obturatrice chez les macaques, au lieu de traverser le canal sous-pubien comme chez l'homme, passe par-dessus le bord du pubis, circonstance qui pourrait peut-être s'expliquer par la différence de structure du bassin chez ces deux espèces, les os du bassin étant très effilés chez les macaques.

L'**artère sacrée moyenne** naît sur la face postérieure de l'aorte abdominale, au niveau de sa division en deux iliaques. Elle se porte verticalement en bas en se divisant bientôt en trois branches, dont l'une, la plus volumineuse, constitue l'artère caudale moyenne, tandis que les deux autres qui l'accompagnent et qui lui sont parallèles forment les caudales latérales.

L'artère caudale moyenne longe la ligne médiane antérieure de la queue. Dans le 1/4 supérieur de son trajet, elle ne donne aucune collatérale; plus loin elle émet, au niveau de la partie moyenne de la face antérieure de chaque vertèbre caudale, deux branches symétriques qui se portent sur la face latérale de la vertèbre correspondante en se bifurquant, en rameau montant et en rameau descendant qui sont situés entre les apophyses transverses et épineuses. Les rameaux montants s'anastomosent dans la partie initiale de la queue avec les rameaux descendants fournis par la caudale latérale du même côté; plus bas ils s'anastomosent avec les rameaux descendants émanés de la caudale moyenne. Les rameaux descendants s'anastomosent avec les rameaux montants sous-jacents; ils donnent aussi de petites branches se portant vers les apophyses épineuses.

Les artères caudales latérales longent la face antérieure de la queue, appliquées l'une et l'autre contre la face postérieure de la caudale moyenne; elles s'épuisent vers le milieu de la queue. Dans leur partie initiale ces artères donnent des branches qui se portent entre les apophyses transverses voisines, pour contourner les corps vertébraux d'avant en arrière. Elles se bifurquent au-devant des apophyses transverses. La branche antérieure descend, appliquée contre le corps vertébral correspondant, pour s'anastomoser avec la branche analogue sous-jacente. Plus bas, ces branches s'abouchent avec les branches de la caudale moyenne. La branche postérieure

descend entre les apophyses transverse et épineuse pour s'anastomoser avec la sous-jacente.

Les branches terminales des caudales latérales se ramifient de la même façon en s'anastomosant avec les rameaux montants de la caudale moyenne.

L'artère iliaque externe fait suite à l'iliaque primitive; elle s'étend jusqu'à l'arcade crurale, où elle constitue l'artère fémorale; ces rapports sont comme ceux qui existent chez l'homme. Ses branches collatérales sont :

1° *Artère ilio-lombaire;* elle naît sur la face postérieure de l'iliaque externe au niveau de son origine; elle se porte en haut et en arrière, derrière le muscle psoas, et se divise en deux branches : la supérieure, qui monte le long de la colonne vertébrale en donnant aux muscles et dans les trous de conjugaison; l'inférieure, qui se porte en haut et en dehors en envoyant 1-2 rameaux au muscle psoas iliaque. Arrivée à l'épine iliaque antérieure supérieure, elle envoie un rameau descendant sur le muscle iliaque et se divise en deux branches secondaires : l'antérieure pénètre dans la paroi abdominale où elle s'anastomose avec l'épigastrique, la postérieure suit la crête iliaque d'avant en arrière, pour s'épuiser sous les téguments dans la fosse iliaque externe.

2° *Artère épigastrique;* cette artère naît sur la face interne de l'iliaque externe un peu au-dessus de l'arcade crurale; elle se porte en bas et ensuite en haut, en décrivant ainsi une courbe concave supérieurement et dans laquelle passe le cordon spermatique; elle monte ensuite sur la paroi postérieure du muscle droit de l'abdomen, en s'enfonçant dans son épaisseur et s'anastomosant avec la mammaire interne. Au niveau de sa courbure elle émet une branche qui se porte dans le canal inguinal en se divisant à sa sortie en deux rameaux, dont l'interne descend sous la peau sur le côté de la verge, l'externe se ramifie dans le scrotum. Cette branche ne m'a pas paru être constante.

3° La *circonflexe iliaque interne* n'est représentée que par un rameau très mince, quelquefois double, qui naît sur la face externe de l'iliaque externe, au-dessous de l'épigastrique. Elle se dirige transversalement en dehors pour s'épuiser dans la fosse iliaque interne. Son volume paraît être inverse par rapport à celui de l'ilio-lombaire.

La direction de l'iliaque externe étant la même chez les magots, la disposition de ses collatérales varie chez tous les quatre sujets. La circonflexe iliaque et l'épigastrique, qui se ramifient comme chez l'homme, proviennent de l'iliaque externe. Il est cependant à noter que la circonflexe iliaque n'est pas toujours une branche indépendante; elle semble souvent être remplacée par l'ilio-lombaire. On peut dire la même chose de l'épigastrique, qui peut être la branche de l'hypogastrique; lorsqu'elle naît sur l'iliaque externe, son point d'origine se trouve quelques pouces au-dessus de l'arcade crurale. L'obturatrice au contraire appartient exclusivement à l'iliaque externe et elle provient alors, non comme chez l'homme de l'épigastrique, mais isolément et au-dessus de cette dernière. Voici les rapports de l'iliaque externe chez les quatre sujets :

a. Chez la plus jeune femelle pas de branches à droite, à gauche, l'épigastrique ;

b. Chez l'autre femelle, au niveau de l'origine de l'iliaque externe, l'ilio-lombaire, et au niveau de l'anneau inguinal, un petit rameau à la paroi addominale;

c. Chez le plus jeune mâle l'iliaque gauche donne : l'obturatrice, l'épigastrique, la circonflexe iliaque; la droite, l'épigastrique et la circonflexe;

d. Chez l'autre mâle, à droite : l'obturatrice, l'épigastrique, la circonflexe; à gauche, l'ilio-lombaire, l'épigastrique, la circonflexe.

Chez les anthropomorphes, il en serait de même que chez l'homme.

Artère fémorale. — L'artère fémorale est la continuation directe de l'artère iliaque externe; elle s'étend de l'arcade crurale jusqu'au 1/3 inférieur du fémur, occupant la gouttière formée par les extenseurs et les adducteurs de la cuisse. Elle se comporte de la même façon chez le magot.

Ses rapports sont à peu de chose près ceux qu'on observe chez l'homme, c'est-à-dire qu'elle n'est recouverte dans son 1/3 supérieur que par l'aponévrose et quelques ganglions lymphatiques; dans ses 2/3 inférieurs, elle est recouverte par le muscle couturier. La veine fémorale se trouve en dedans de l'artère, le nerf crural en dehors, assez éloigné et séparé par une aponévrose. On observe, d'après M. Deniker [1], les mêmes rapports chez les anthro pomorphes.

Branches collatérales. Tronc commun des artères sous-cutanées; naît sur la face antérieure de la fémorale un peu au-dessous de l'arcade crurale; après un court trajet on voit s'en détacher une branche qui se dirige en haut et en dedans pour se diviser bientôt à son tour en 2 branches secondaires : *a, artère sous-cutanée abdomi-*

1. Deniker, Thèse de Paris, 1886, p. 197.

nale, qui se porte sur la paroi abdominale et chemine sous la peau jusqu'au-dessous de l'ombilic. *b*, *artère honteuse externe*, plus volumineuse que la précédente; elle se dirige presque transversalement en dedans pour se ramifier dans les parties superficielles des organes génitaux. Sur un sujet, un macaque bonnet chinois, ces deux artères provenaient de la fémorale par un tronc commun, isolé des autres sous-cutanées. Après avoir fourni ces deux branches, le tronc des artères sous-cutanées poursuit sa première direction en se portant en dehors et légèrement en haut; arrivé au bord interne du couturier, il abandonne une branche. *c*, *sous-cutanée descendante interne*, qui s'applique contre la face antérieure du couturier en se divisant en deux rameaux descendant sous la peau de la région antérieure et interne de la cuisse jusqu'au niveau du genou. Un peu au-dessus de la branche précédente on voit naître sur le même tronc une branche ascendante : *d*, *circonflexe iliaque superficielle ;* elle monte le long du bord interne du couturier jusqu'à l'épine iliaque antérieure supérieure pour se ramifier dans cette région. Je n'ai pas pu trouver les anastomoses de cette artère avec les branches de la circonflexe iliaque. Le tronc commun, tout en suivant sa direction, donne au niveau du bord externe du couturier une branche, *e*, *sous-cutanée descendante moyenne*, qui descend sur la face antérieure de la cuisse en se divisant en trois rameaux, lesquels cheminent parallèlement sous la peau jusqu'au niveau du genou. Bientôt après on voit se détacher du tronc commun la branche *f*, *sous-cutanée descendante externe*, qui contourne la face antérieure du fémur en se divisant à son tour en deux rameaux : le supérieur, plus petit, se ramifie au niveau du grand trochanter; l'inférieur, plus considérable, se dirige en bas, appliqué contre la face externe du fascia lata, pour atteindre la partie la plus inférieure de la cuisse. Enfin *g*, la *branche terminale* de ce tronc se porte dans la fosse iliaque externe pour se ramifier sur la face externe du grand fessier.

Je ne puis rien dire sur les rapports des branches correspondantes chez le magot et les anthropomorphes, ces branches n'ayant pas été signalées par les auteurs.

En comparant la disposition de ces premières collatérales de la fémorale avec celles de l'homme, nous voyons tout d'abord qu'il n'y a qu'une seule honteuse externe chez les macaques, la honteuse inférieure faisant défaut; cette disposition se rencontre cependant

parfois chez l'homme, lorsque la honteuse inférieure manque, remplacée alors par les branches de la fémorale profonde [1]; chez les macaques, elle paraît être remplacée par les branches de l'obturatrice. Ensuite nous voyons que la sous-cutanée abdominale et la honteuse externe naissent chez les macaques par un tronc commun, tantôt sur le tronc des sous-cutanées, tantôt sur la fémorale; cette dernière disposition s'observe quelquefois chez l'homme [2]. La circonflexe iliaque superficielle qui naît sur la fémorale chez l'homme, provient chez les macaques du tronc commun des sous-cutanées; d'après Henle [3], on la voit souvent naître chez l'homme par un tronc commun avec la sous-cutanée abdominale et ne se présenter même que comme son rameau.

Les branches musculaires, variables dans leur nombre, leur calibre et leur origine, peuvent cependant être décrites comme première et seconde musculaire. La *première musculaire* naît sur la face externe de la fémorale au-dessous du tronc précédent; elle peut naître aussi sur la fémorale profonde. Cette branche est très courte; elle se dirige en bas et en dehors en se divisant au niveau du nerf crural en deux branches : *a*, la supérieure se porte transversalement vers le couturier, où elle donne un rameau ascendant le long de l'insertion du tenseur du fascia lata vers l'os iliaque et un autre descendant, qui s'épuise dans le droit antérieur sous le fascia lata. *b*, la branche inférieure se porte en bas en fournissant des rameaux au vaste interne et au droit antérieur; son rameau terminal suit le bord interne du droit antérieur jusqu'à la rotule. La *seconde musculaire*, plus grosse que la première, naît sur la fémorale immédiatement en dehors de la fémorale profonde, quelquefois sur cette dernière avec la première musculaire; elle se porte en bas et en dehors sous le droit antérieur en envoyant des rameaux au vaste externe et un rameau qui se porte en dehors du psoas iliaque; elle donne ensuite de gros rameaux au muscle crural dont l'un chemine dans ce muscle jusque vers sa 1/2 inférieure. Une de ses ramifications descend dans l'épaisseur du vaste externe, ou, comme je l'ai observé sur un sujet, sous le droit antérieur jusqu'à la partie inférieure de la cuisse. Je n'ai rien trouvé dans les auteurs sur les rapports de ces deux branches musculaires chez le magot et

1. Henle, *loc. cit.*, p. 301.
2. Cruveilhier, *loc. cit.*, p. 162.
3. Henle, *loc. cit.*, p. 184.

les anthropomorphes. Les musculaires, surtout la première, correspondent aux mêmes branches chez l'homme.

La *fémorale profonde* naît sur la face postérieure de la fémorale, pour la plupart au niveau d'une ligne qui se dirigerait transversalement de la partie supérieure du pubis vers le fémur; elle se porte en bas et en arrière, dans la masse musculaire de la cuisse. Arrivée dans le sillon situé entre le muscle pectiné et le premier adducteur, elle se divise en quatre branches : interne, externe et deux postérieures. *a*, la *branche interne* se divise aussitôt après sa naissance en deux rameaux; l'antérieur se ramifie sur la face antérieure et dans l'épaisseur du grand adducteur ainsi que sur le droit interne. J'ai observé deux fois une des ramifications de cette branche descendre, appliquée contre la face antérieure du grand adducteur, pour s'anastomoser en plein canal avec un rameau musculaire prenant naissance sur la fémorale, un peu au-dessus de la naissance de la saphène interne. Le rameau postérieur pénètre dans l'épaisseur du grand adducteur en donnant des rameaux perforants à travers ce muscle. *b*, la *branche postérieure inférieure* se porte en arrière entre le grand et le petit adducteur, pour s'y diviser en deux rameaux dont le postérieur en se portant en haut et en arrière envoie ses ramifications le long de la face postérieure du fémur jusqu'au grand trochanter, ses ramifications antérieures pénètrent dans le biceps fémoral. Le rameau antérieur perfore d'avant en arrière le grand adducteur pour se porter au nerf sciatique qu'il accompagne sur une certaine étendue. *c*, la *branche postérieure supérieure* naît sur la face postérieure de la fémorale profonde immédiatement après son origine; on la voit naître aussi sur le tronc de la fémorale; elle se porte en arrière et en dehors pour distribuer ses ramifications à la partie initiale du vaste externe, aux insertions fémorales des fessiers, ainsi qu'à la capsule articulaire; quelques-unes de ces ramifications pénètrent dans l'articulation coxo-fémorale. Cette branche peut être regardée comme la circonflexe interne. *d*, la *branche externe* se dirige en bas et en arrière pour pénétrer entre les insertions fémorales du grand et du moyen adducteur; après avoir perforé le grand adducteur, elle s'applique contre sa face externe pour pénétrer dans le biceps fémoral où elle s'épuise. Cette branche envoie des rameaux au vaste externe et au crural. Je l'ai vue fournir l'artère nourricière du fémur, mais j'ignore si c'est constant. Toutes les branches perforantes qui sont fournies par les

ramifications de la fémorale profonde peuvent naître isolément sur le tronc de la fémorale, au-dessous de l'origine de la fémorale profonde, qui ne se présente alors que comme un tronc peu volumineux se divisant en 2-3 petits rameaux.

Voici maintenant les rapports de la fémorale profonde et de ses branches chez les quatre magots disséqués par Theile [1] : chez un sujet seulement, la fémorale profonde se présente de deux côtés comme un tronc indépendant naissant au-dessous des circonflexes; chez les autres elle naît par un tronc commun, tantôt avec la circonflexe interne, tantôt avec les deux circonflexes, en formant dans ce dernier cas un tronc qui par son épaisseur semble continuer la fémorale. La fémorale profonde fournit des branches aux adducteurs et donne des rameaux perforants aux fléchisseurs de la jambe. La circonflexe externe est destinée aux extenseurs de la cuisse et donne aussi un rameau à la face externe de l'os iliaque. Theile l'a vue, trois fois sur huit membres examinés, naître isolément sur la fémorale au-dessus de ses branches; dans tous les autres cas elle formait avec la circonflexe interne un seul tronc commun, le plus souvent avec la fémorale profonde.

La circonflexe interne est destinée aux adducteurs; elle naît toujours avec la circonflexe externe ou avec la fémorale profonde, ou bien avec les deux ensemble.

Je n'ai rien trouvé dans les auteurs sur la disposition et les rapports de la fémorale profonde chez les anthropomorphes.

Il résulte de ce qui précède que l'origine de la fémorale profonde chez les macaques a lieu au même niveau que chez l'homme; sa plus ou moins grande distance de l'arcade crurale correspond aux mêmes variétés de son origine chez ce dernier [2].

Quant au nombre et au trajet des collatérales de la fémorale profonde, on voit qu'ils varient avec ceux de l'homme. Cependant celles du magot s'en rapprochent plus, d'après la description de Theile. Ainsi, en premier lieu, nous voyons que la circonflexe externe ne paraît pas exister chez les macaques, au moins chez ceux que j'ai disséqués; chez le magot elle prend naissance quelquefois sur la fémorale, disposition qu'on rencontre aussi chez l'homme. La circonflexe interne chez les macaques est aussi peu prononcée; elle naît aussi quelquefois sur la fémorale comme chez l'homme, mais chez le magot elle ne se présentait jamais comme un tronc indépendant.

Les perforantes, bien qu'elles existent chez le macaque et le

1. Theile, *loc. cit.*, p. 442.
2. Cruveilhier, *loc. cit.*, p. 163.

magot, ne se présentent chez le premier que comme les ramifications des autres branches; chez l'homme en général ces branches sont assez variables, surtout lorsque la fémorale profonde présente une diminution de volume[1]; et chez les macaques elle paraît être relativement moins forte que chez l'homme. Et en effet, tandis que chez ce dernier le volume de la fémorale profonde est à peu près égal, normalement, à celui de la crurale, chez les macaques observés elle était toujours d'un volume inférieur de la crurale.

Au-dessous de la naissance de la fémorale profonde l'artère fémorale ne donne aucune branche considérable, sauf 2-3 rameaux musculaires dont l'un assez volumineux chemine sur la face antérieure du grand adducteur, sous le triceps crural jusqu'au genou. On voit souvent naître sur l'artère fémorale, immédiatement au-dessous de sa pénétration dans le grand adducteur, un rameau récurrent qui se porte sur le grand adducteur en envoyant des anastomoses aux ramifications de la fémorale profonde. On peut également observer un autre rameau qui perfore avec la fémorale le grand adducteur en se portant ensuite au droit interne et au demi-tendineux.

Arrivée au niveau du 1/3 inférieur du fémur la fémorale se divise en deux troncs dont le postérieur, plus volumineux, continuant le tronc principal, traverse le grand adducteur en écartant ses fibres, sans aucun anneau, pour se continuer en artère poplitée; le tronc antérieur, plus grêle, semble continuer le trajet de la fémorale sur la face antérieure du membre inférieur, accolé à la veine et au nerf saphènes internes. Ce tronc, en suivant la courbure du genou, décrit une légère courbe à concavité postérieure. Il se porte sous le couturier en se rapprochant de son bord postérieur. Au-dessous du condyle interne du tibia il devient tout à fait superficiel, sa direction étant en quelque sorte divergente avec celle des fibres du couturier qui deviennent de plus en plus horizontales. Sur la jambe ce tronc poursuit son trajet vertical, un peu incliné en avant, pour arriver à la face interne du tibia où il se divise au niveau de la moitié de sa hauteur en trois branches : l'antérieure passe sur la face antérieure de la jambe pour former l'artère pédieuse; la moyenne descend le long de la face interne du tibia vers le 1er métatarsien; la troisième enfin chemine sur la face postérieure de la jambe pour se

1. Henle, *loc. cit.*, p. 303.

ramifier au niveau de l'articulation tibio-astragalienne et tibio-péronière inférieure. Les branches que fournit cette artère superficielle avant sa division en branches terminales sont les suivantes : 1° des *branches musculaires*, petites, qui se rendent au muscle grand adducteur; on peut y voir également des rameaux qui perforent le grand adducteur pour se porter dans les muscles postérieurs de la cuisse; 2° une branche plus volumineuse que je comparerais volontiers à la grande anastomotique de l'homme en raison de son semblable trajet et de la multiplicité de ses anastomoses. Theile lui donne le nom de musculo-articulaire. Elle se porte vers l'articulation du genou en passant par-dessus le ligament latéral interne; en avant de ce ligament elle traverse la capsule articulaire pour se loger dans la couche adipeuse sous-jacente. Dans l'articulation elle se porte en dehors, en décrivant une légère courbe à concavité inférieure; arrivée au niveau du ligament latéral externe, elle se bifurque; les rameaux ascendant et descendant s'anastomosent avec l'articulaire supérieur, branche de la poplitée. Ses collatérales sont : *a*, un rameau, assez fort, qui pénètre sous le vaste interne pour se ramifier sur la face antérieure du fémur. J'ai vu sur un sujet ce rameau, ainsi que ceux qui naissent sur la grande anastomotique avant l'articulation, être remplacés par une branche provenant du tronc fémoral superficiel et dont la direction était parallèle à celle de la branche en question; *b*, un rameau à la partie supérieure du condyle interne du fémur. Dans l'articulation elle donne : *c*, des branches montantes qui longent le tendon du triceps en y pénétrant, et *d*, des branches descendantes dont l'une pénètre dans le plateau tibial, tandis que les deux autres s'enfoncent dans le ligament muqueux. Plus inférieurement, sous le couturier, le tronc superficiel de la fémorale ne donne aucune branche considérable, sauf des rameaux insignifiants au couturier et au droit interne. Après sa sortie au-dessous du couturier il donne un rameau descendant sur la face interne de la jambe jusqu'au-dessous de la 1/2 de sa hauteur et un autre qui se ramifie sur la face antéro-interne de la 1/2 supérieure du tibia.

Voici maintenant comment se comporte chez le magot le tronc superficiel de la fémorale auquel Theile donne le nom d'artère pédieuse : ce gros tronc artériel naît, comme chez le macaque, sur la partie inférieure de la fémorale en descendant sur la face interne de la cuisse et du genou sous le couturier; au-dessous du genou il devient sous-cutané en s'appliquant

contre la face interne du tibia; il passe ensuite par-dessus la crête tibiale sur la face antérieure de la jambe, pénètre au-dessus du ligament transverse dans la profondeur vers le ligament interosseux et arrive, entre le tibial antérieur et l'extenseur commun, sur le dos du pied où il se divise en ses branches terminales étant recouvert par le muscle pédieux.

Le trajet de ce tronc ainsi que la disposition de ses collatérales sont toujours les mêmes, seulement la première collatérale, l'artère musculo-articulaire, présente quelques variétés. Theile l'a vue naître deux fois de la partie initiale du tronc superficiel de la fémorale et une fois de la partie terminale de la fémorale; elle descend sur la face interne de la cuisse en se divisant en nombreux rameaux sur la face interne du genou jusqu'à la tubérosité du tibia.

Nous voyons ainsi que l'artère pédieuse de Theile chez le magot correspond exactement au tronc superficiel de l'artère fémorale que j'ai observé chez les macaques, son trajet, ses rapports et ses divisions étant presque les mêmes. Sa principale branche, la musculo-articulaire, ne paraît être, d'après la description et la figure données par Theile, que la grande anastomotique des macaques, bien que l'auteur mentionné n'ait pas décrit ses ramifications intra-articulaires.

En passant maintenant aux anthropomorphes nous voyons que le tronc superficiel de la fémorale existe chez le gorille et le gibbon [1] et présente les mêmes rapports; seulement son passage sur la face antérieure de la jambe aurait lieu un peu plus bas que chez les macaques, au-devant de la malléole interne. Sa branche interne se porte aux muscles du grand orteil, l'externe vers la plante du pied. Chez le gibbon elle donne à l'articulation du genou une artériole qui ne s'anastomose pas avec la branche semblable venue de la poplité et qui correspond, d'après son trajet, à la grande anastomotique des macaques et à la musculo-articulaire des magots, ou bien au rameau qui lui est parallèle et que j'ai observé sur un macaque; au niveau du tendon des jumeaux elle donne la tibiale postérieure qui se jette à la plante du pied dans son anastomose avec la péronière. Ce tronc donne encore une branche qui s'en détache plus bas que la précédente, passe sous le muscle tibial antérieur et fournit les interosseuses des quatre derniers orteils.

En cherchant chez l'homme des branches analogues au tronc superficiel de la fémorale, observé constamment chez les singes, nous trouvons parmi les branches de la grande anastomotique une à laquelle on donne le nom de branche du nerf saphène interne; elle paraît être constante; elle se place sous le couturier, s'accole

1. Deniker, *loc. cit.*, p. 198 et 200.

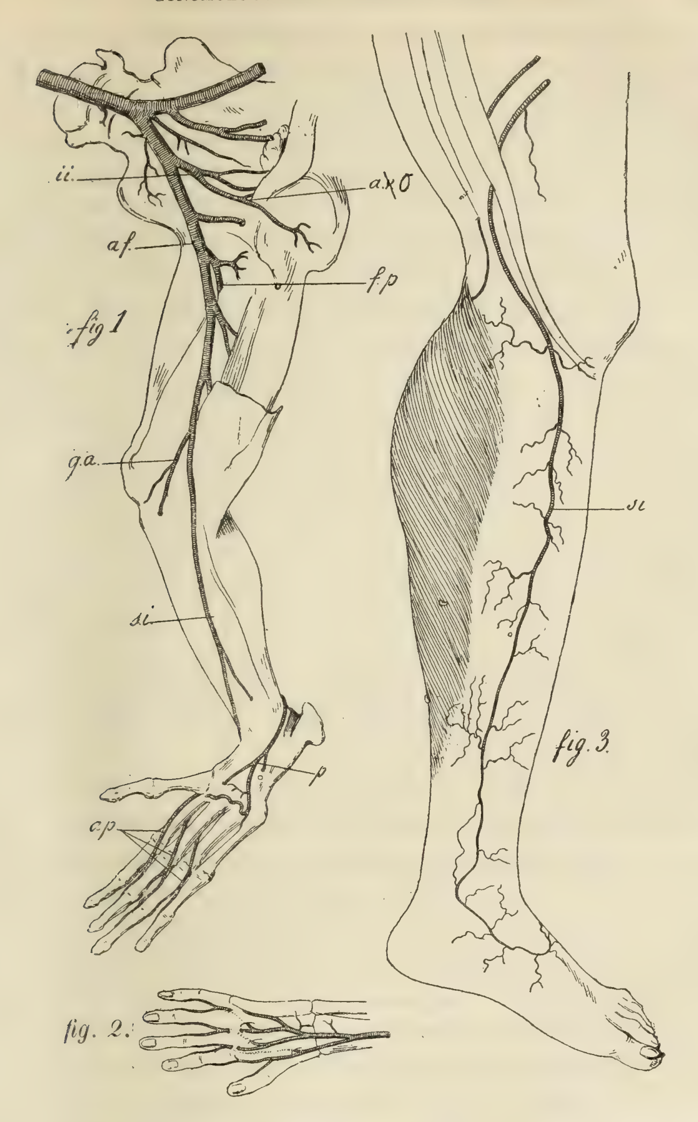


Fig. 1 et 2 (d'après Theile). — *af*, artère fémorale; *ii*, iliaque interne; *ao*, artère obturatrice; *fp*, fémorale profonde; *ga*, grande anastomotique; *si*, saphène interne; *p*, artère plantaire et ses divisions; *ap*, artère pédieuse et ses branches.
Fig. 3 (d'après Zagorski). — *si*, saphène interne.

au nerf saphène interne, dont elle suit le trajet jusqu'au-dessous de ce muscle [1].

1. Cruveilhier, *loc. cit.*, p. 168.

Ensuite on rencontre parmi les branches surnuméraires de la fémorale une autre qui appelle singulièrement notre attention et qui a reçu le nom de *grande saphène* ou de *saphène interne*. Elle se présente ainsi : dans les cas où la poplitée constitue le prolongement de l'artère ischiatique et la fémorale est très mince, on voit cette dernière donner, immédiatement au-dessous de la naissance de la fémorale profonde, la grande saphène qui parcourt d'abord entre le grand adducteur et le vaste interne, perfore ensuite le fascia cruralis au-dessous du genou et accompagne la veine saphène interne jusqu'à la malléole interne en donnant souvent l'articulaire supérieure du genou [1]. Dans d'autres cas qui se rapprochent plus encore de la disposition observée chez les singes, on voit les rapports suivants : la poplitée ne fournit aucune branche articulaire interne; ces branches sont remplacées par un tronc volumineux qui naît de la fémorale, au-dessus de l'anneau, sort de la gaine des vaisseaux fémoraux avec le nerf saphène et accompagne ce nerf jusqu'à la partie interne du genou. Son volume est égal à peu près à celui de la radiale [2]. Cette branche descend souvent, appliquée contre la face interne du genou et du tibia, sous la peau jusqu'à la malléole interne où elle s'anastomose avec la malléolaire interne et le rameau de la tibiale antérieure; elle donne des branches articulaires du genou (fig. 3) [3].

Nous voyons ainsi que cette branche présente des analogies complètes avec le tronc correspondant des singes; le point de son origine, son trajet, ses rapports, sa situation et ses collatérales sont complètement les mêmes; ce n'est que sa terminaison qui en diffère complètement. Et en effet, tandis que chez l'homme cette branche s'épuise au niveau de la malléole interne, chez les singes elle donne naissance à deux troncs importants, à la pédieuse et aux collatérales du pouce. Mais, bien que nous ne connaissions pas positivement les lois qui président à l'évolution des canaux sanguins et à leur disposition, ne pourrait-on pas rapprocher cette variété de terminaison dans ces deux ordres des êtres de la différence de la structure anatomique et du rôle physiologique qui marquent de façon si évidente les portions terminales des membres pelviens chez l'homme et chez le singe. — Tout en me sen-

1. Henle, *loc. cit.*, p. 300.
2. Broca, *Bull. de la Soc. anatom.*, 1849, p. 49.
3. Zagorski, *Mém. de l'Acad. des sc. de Saint-Pétersbourg*, 1809, t. I, p. 386.

tant incapable de résoudre cette question, je me demande si le nom d'artère *saphène interne* donné déjà par Chapman à ce tronc, ne lui conviendrait pas mieux que celui de tibiale interne donné par M. Deniker ou de pédieuse donné par Theile. Faisant abstraction de la terminaison de cette branche, nous voyons qu'elle correspond exactement à l'artère saphène interne observée anormalement chez l'homme, d'autre part les noms de pédieuse et de tibiale interne ne paraissent pas bien préciser le trajet du tronc en question; le premier n'est pas exact, car le tronc superficiel de la fémorale donne outre la pédieuse encore une autre branche terminale, le tronc des collatérales du pouce, qui est d'un volume presque égal à celui de la pédieuse, et, comme le nom de pédieuse nous désigne un tronc bien délimité qui siège sur la face dorsale du pied, il ne peut être appliqué à cette artère qui après avoir parcouru un grand espace de la jambe et fourni des rameaux aux autres organes que le pied, se coude seulement au niveau du 1/4 inférieur de la jambe pour constituer l'artère pédieuse. Le nom de tibiale interne donné par M. Deniker n'est pas non plus mieux choisi, d'abord parce qu'il ne nous donne que l'idée de la situation de l'artère au niveau de la face interne du tibia et puis parce qu'il est basé sur la non-existence de la tibiale antérieure chez les antropomorphes. Cependant la tibiale antérieure existe non seulement chez les macaques, comme nous le verrons tout à l'heure, mais Theile l'a trouvée aussi chez les magots et je l'ai observée aisément chez le jeune gorille gina (gorrilla gina) et chez le gibbon cendré (hylobates leuciscus.)

En reprenant la description de notre tronc nous voyons qu'il se bifurque au niveau de la 1/2 de la face interne du tibia, mais avant sa bifurcation il donne un rameau volumineux qui se porte sur la face postérieure de la jambe; l'origine de cette branche est tellement rapprochée du point de la bifurcation que le tronc principal semble se diviser simultanément en trois branches terminales; dans d'autres cas cependant la naissance de ce rameau postérieur se fait à 5 ou même 10 mm. au-dessus de la bifurcation. Quoi qu'il en soit ce rameau descend le long du bord interne du tibia, pour se porter, un peu au-dessus de la malléole interne, sur la face postérieure de cet os, sous le tendon du tibial postérieur; à ce niveau il envoie vers le calcanéum un rameau anastomotique avec la tibiale postérieure. Arrivée à la partie inférieure de l'espace interosseux

il se bifurque. Le rameau postérieur de la bifurcation descend le long du péroné pour se ramifier sur la face externe du calcanéum en envoyant une anastomose à la calcanéenne interne; le rameau antérieur, quelquefois très fin, perfore d'arrière en avant le ligament interosseux pour contribuer à former le réseau articulaire au niveau de l'épiphyse péronière; il envoie un rameau ascendant sur le ligament interosseux, vers l'extenseur commun. Cette branche peut aussi se bifurquer sur la face postérieure du tibia, et alors le rameau interne se jette dans la tibiale postérieure au-dessus du calcanéum, tandis que le rameau externe descend sur la face externe du péroné jusqu'à la gaine des péroniers en s'y anastomosant avec la péronière. On voit ainsi que cette branche semble remplacer, dans sa dernière portion, la péronière, dont elle reçoit les branches terminales. Et en effet, tandis que les branches terminales de la péronière se jettent dans cette ramification de la saphène interne, c'est elle qui fournit la calcanéenne externe et la péronière perforante.

Chez le magot ce rameau postérieur naît au niveau de la moitié de la jambe ou un peu plus bas; il se porte sur la face postérieure de la jambe en descendant jusqu'à la face interne de l'articulation du pied.

Je n'ai pas trouvé cette branche signalée chez les anthropomorphes.

Les branches terminales de la saphène interne se comportent ainsi : la branche antérieure paraissant continuer, par son volume, le tronc principal, croise le bord antérieur du tibia sous un angle très aigu pour se porter sur la face antérieure du quart inférieur de la jambe. Ici elle s'engage sous les muscles tibial antérieur et long abducteur du pouce, puis sous son long extenseur en les croisant sous un angle aigu, passe par le cou-de-pied et longe le bord interne du muscle pédieux en formant ainsi l'artère pédieuse.

L'**artère pédieuse** se porte d'arrière en avant, recouverte par le bord interne du muscle pédieux, vers le sommet du 2e espace interosseux, qu'elle perfore à son sommet pour se jeter dans l'arcade plantaire en donnant en même temps deux branches dorsales. Ses collatérales sont : *a*, une branche cutanée qui naît bientôt après la bifurcation du tronc superficiel en se portant sur la face antéro-externe de la jambe pour se ramifier jusqu'à la malléole externe; *b*, au cou-de-pied un rameau, souvent assez volumineux, qui se porte vers l'extrémité inférieure du péroné

pour s'anastomoser avec les rameaux voisins; il peut être regardé comme la *malléolaire externe*, branche de la tibiale antérieure chez l'homme; *c*, un rameau sous-cutané qui descend sur le muscle pédieux, puis sur l'extenseur commun pour se ramifier au niveau de deux derniers doigts; *d*, un rameau qui se porte vers le rétinaculum de l'extenseur commun où il se bifurque : le rameau supérieur concourt à la formation du réseau articulaire au niveau de l'extrémité inférieure du péroné; il peut naître isolément et s'anastomoser avec le rameau *b*; le rameau inférieur se porte sur les tendons des péroniers pour se ramifier au niveau de la base du 5e métatarsien.

En avant de l'articulation tibio-tarsienne la pédieuse donne une collatérale assez volumineuse, *artère dorsale du tarse*, qui se porte obliquement en dehors, sous le muscle pédieux, vers la base du 5e métatarsien; elle donne par sa face postérieure quelques rameaux au muscle pédieux; de sa face antérieure, on voit naître des rameaux très fins qui forment le réseau anastomotique au niveau des bases des métatarsiens. Arrivée à la base du 5e métatarsien cette branche se coude en avant pour se porter le long du 4e espace interosseux, en recevant à son sommet une branche perforante qui provient de l'arcade plantaire. Cette collatérale de la pédieuse peut également donner au niveau de la base du 4e métatarsien la branche interosseuse du 3e espace interosseux, qui est formée d'autres fois par une des branches terminales de la pédieuse. Le tronc de cette collatérale, arrivé aux articulations métatarso-phalangiennes, se jette au niveau de la tête du 4e métatarsien dans l'interosseuse plantaire correspondante ou bien elle perfore le 4e espace interosseux pour se ramifier sur la face plantaire du 4e métatarsien. Elle peut encore, après avoir donné des rameaux dorsaux aux deux derniers doigts, se porter sur la face plantaire du 5e métatarsien en se ramifiant sur le côté externe du petit doigt et en lui fournissant sa collatérale externe; elle reçoit dans ce cas de la plantaire externe une branche anastomotique qui longe la face plantaire du 5e métatarsien. Sur un macaque commun l'artère dorsale du tarse présentait des rapports tout à fait différents : elle envoyait derrière le tubercule du 5e métatarsien un rameau qui contournait le bord externe du pied pour s'anastomoser sur la plante du pied avec la plantaire externe, et un autre rameau qui contournait également le bord externe du

pied, en passant au-devant du tubercule, pour se porter vers le sommet du 2e espace interosseux afin de se jeter dans la pédieuse qui ne se bifurquait pas; il existait ainsi une arcade profonde appliquée contre la face inférieure des bases des métatarsiens. Cette branche donnait aussi sur la face dorsale du pied une branche interosseuse pour les deux derniers espaces intermétatarsiens (la branche du 4e espace interosseux est formée dans d'autres cas par la branche terminale externe de la pédieuse). Chacune de ces deux dernières interosseuses reçoit une perforante de l'arcade profonde; leurs troncs se jettent au niveau des articulations métatarso-phalangiennes dans l'arcade inférieure formée par la pédieuse, au niveau de l'émergence des collatérales des doigts correspondantes.

Les branches terminales dorsales de la pédieuse sont : la *branche interne*, qui paraît continuer le tronc, longe le 2e espace interosseux en le perforant au niveau de sa moitié pour se porter sur la plante du pied vers la tête du 3e métatarsien et ensuite entre le 3e et le 4e doigt en leur donnant les collatérales correspondantes; elle peut être égale dans son épaisseur à la pédieuse lorsque la branche terminale externe de cette dernière manque; elle décrit alors au niveau des têtes des métatarsiens une arcade qui fournit toutes les collatérales. La pédieuse donne ainsi une terminale interne qui fournit à son tour la collatérale externe du pouce et l'interne de l'index. Dans son trajet elle donne : *a*, une *branche perforante* au sommet du 2e espace interosseux qui s'anastomose avec la branche externe de la plantaire externe; *b*, des *rameaux dorsaux* à l'index et au médius; *c*, un *rameau anastomotique* avec la collatérale externe de l'index; *d*, la *deuxième interdigitale* qui donne les collatérales externe de l'index et interne du médius dont la 1re est plus volumineuse et donne des rameaux transversaux qui se ramifient sur le côté interne de l'index. Sur un macaque bonnet chinois, la 2e digitale provenait de la pédieuse plus près des bases des métatarsiens en donnant la 3e digitale; le rameau du 3e espace interosseux était alors très fin.

La branche *terminale dorsale externe* de la pédieuse, la *dorsale du métatarse*, passe dans le 3e espace interosseux pour le perforer et se porter entre les têtes de deux derniers métatarsiens, en y donnant deux collatérales correspondantes dont celle du petit doigt

est plus volumineuse; cette branche donne dans son trajet des rameaux dorsaux aux 3e et 4e doigts.

La branche perforante de la terminale interne de la pédieuse, après avoir perforé le sommet du 2e espace interosseux, se jette dans l'arcade plantaire. Cette branche perforante se divise quelquefois à la plante du pied en deux rameaux dont le plus profond s'anastomose avec l'arcade plantaire formée par la plantaire externe, comme la branche terminale elle-même; tandis que le rameau plus élevé, plus rapproché des bases des métatarsiens, s'anastomose avec le rameau de la dorsale du tarse qui forme une autre arcade.

Chez le magot l'artère pédieuse ressemble beaucoup à celle des macaques. Après avoir fourni les malléolaires externe et interne au-dessus de l'articulation du pied, et des rameaux au muscle pédieux, elle se porte sur le dos du pied où Theile lui donne le nom de tarsienne externe. Elle se divise bientôt en rameaux interne et externe, ce qui correspond aux branches terminales de la pédieuse chez les macaques. Le rameau interne se porte dans le 2e espace intorosseux, envoie au niveau de son sommet une branche perforante, se porte ensuite sur la plante du pied où il pénètre, en passant audessous de la tête du 3e métatarsien, dans le 3e espace interosseux, comme la 3e interosseuse, et donne les collatérales plantaires au 3e et au 4e doigt. Son trajet est par conséquent identique avec celui qui existe chez les macaques. Le rameau externe de la tarsienne externe se divise en deux branches qui longent les 3e et 4e espaces interosseux après avoir envoyé des branches perforantes à la plante du pied; celle du 3e espace se porte sur la plante du pied pour pénétrer, en passant au-dessous de la tête du 4e métatarsien, dans le 4e espace interosseux, comme la 4e interosseuse, et donne les collatérales plantaires de deux derniers doigts. Et ici on voit une concordance complète des trajets chez les magots et les macaques; seulement chez ces derniers on observe ces rapports dans le cas où la pédieuse donne au lieu de la branche terminale externe une branche terminale interne qui forme alors la 1re interosseuse. Les rameaux perforants de la tarsienne s'anastomosent à la plante du pied au niveau des bases des métatarsiens avec la partie terminale de la tibiale postérieure, comme chez les macaques; ils s'anastomosent encore les uns avec les autres en envoyant des rameaux aux muscles interosseux et aux autres parties molles de cette région.

Chez les anthropomorphes, à en juger par la description et les figures données par M. Deniker, la pédieuse se porte vers la face plantaire du pied, où elle concourt probablement à former l'arcade plantaire [1]. Chez le gibbon elle donne une collatérale au gros orteil; puis elle s'enfonce en arrière de l'adducteur du gros orteil et passe à la plante du pied, où elle fournit trois interdigitales se divisant chacune en deux collatérales. La 3e interdigi-

1. Denicker, *loc. cit.*, p. 198.

tale est réunie par une anastomose, sorte d'arcade plantaire, à la péronière et à la branche postérieure de la saphène interne.

Chez le chimpanzé [1] elle franchit le 1er espace interosseux pour s'anastomoser avec l'arcade plantaire.

La naissance de l'artère pédieuse chez l'homme, d'un tronc autre que la tibiale antérieure, peut avoir lieu dans certains cas. C'est ainsi que toutes les fois que la tibiale antérieure est peu développée et à peine atteint le niveau des malléoles, on voit la pédieuse provenir soit de la péronière qui est alors très forte et perfore l'espace interosseux de la jambe, soit d'une branche de la tibiale postérieure qui se comporte de la même façon [2]. C'est cette disposition qu'on observe chez les singes; la tibiale antérieure étant chez eux peu développée ne se continue pas en pédieuse. Il est difficile d'expliquer pourquoi la pédieuse est fournie par un tronc tout particulier, par la saphène interne; on ne peut à cet égard tirer aucune conclusion positive jusqu'aux nouvelles recherches plus décisives. On trouve cependant chez l'homme dans les cas d'existence de la saphène interne un rameau anastomotique qui se porte de la partie terminale de ce tronc à la pédieuse. La direction, la terminaison et les rapports de la pédieuse de l'homme se retrouvent chez les macaques. Ses branches collatérales, la sus-tarsienne interne, fournie chez l'homme par la pédieuse, est remplacée chez les macaques par suite de la bifurcation particulière de la saphène interne par la branche qui se porte au pouce. Nous en parlerons de suite. L'artère dorsale du tarse retrouve son analogue chez les macaques et les magots; elle présente un volume inverse de celui de la malléolaire externe et de la dorsale du métatarse [3], fait qui s'observe chez les macaques, chez lesquels lorsque la dorsale du tarse est volumineuse, ce qui paraît être normal, la malléolaire externe est réduite, comme nous l'avons fait remarquer ailleurs, à un ou deux petits rameaux insignifiants, et inversement le volume de la dorsale du tarse diminuant, celui de la malléolaire externe est augmenté. Les rameaux métatarsiens de la dorsale du tarse sont très faibles chez l'homme; quelquefois cependant ils peuvent être très développés et former les interosseuses dorsales des 4e, 3e et même du 2e espaces interosseux en donnant à leurs

1. Gratiolet et Alix, *loc. cit.*
2. Cruveilhier, *loc. cit.*, p. 172; Henle, *loc. cit.*, p. 307.
3. Cruveilhier, *loc. cit.*, p. 173.

sommets des rameaux perforants [1]. Cette disposition se voit chez les macaques où la dorsale du tarse donne constamment la dernière interosseuse avec le rameau perforant; quelquefois elle en fournit pour les deux derniers espaces. Les rameaux externes, qui font communiquer la dorsale du tarse avec l'arcade plantaire, ne sont pas constants chez les macaques.

L'artère dorsale du métatarse peut manquer chez l'homme et les interosseuses sont alors fournies par la dorsale du tarse ou par l'arcade plantaire. Chez les macaques la dorsale du métatarse peut également manquer et les interosseuses sont fournies par la dorsale du tarse, sauf celle du 2e espace interosseux qui est toujours fournie par la pédieuse; habituellement cependant l'arcade dorsale métatarsienne ne paraît pas exister et la 2e et la 3e interosseuse sont fournies directement par la pédieuse au moment où elle perfore le sommet du 2e espace interossseux; c'est évidemment le cas intermédiaire entre l'existence et l'absence de l'arcade dorsale du métatarse. Si l'on se rappelle d'une part qu'il n'est pas rare de voir chez l'homme non seulement l'interosseuse du 1er espace, mais aussi celle du second provenir directement de la pédieuse, et si l'on songe d'autre part que le 1er espace interosseux chez les singes est en quelque sorte isolé par suite de la disposition particulière du pouce, on voit que le cas de la naissance de la 1re et de la 2e interosseuse directement de la pédieuse, chez l'homme, se répète chez le singe comme ayant subi la translation en dehors d'un espace interosseux. Les terminaisons de deux terminales dorsales de la pédieuse des macaques diffèrent cependant de celles de l'homme, car elles donnent toutes les collatérales plantaires des doigts.

La deuxième branche de la bifurcation de la saphène interne descend le long de la face interne du tibia, inclinée légèrement en avant, entre la malléole interne d'une part et les tendons du muscle tibial antérieur et du long abducteur du pouce de l'autre, vers l'articulation tarso-métatarsienne du pouce où elle se divise en deux branches : l'interne longe le côté interne du premier métatarsien pour constituer la collatérale interne du pouce qui s'anastomose au niveau de la phalangette avec sa collatérale externe. Une fois j'ai vu cette branche très fine. Les rameaux collatéraux de cette branche interne sont : 1° au niveau de l'articulation tarso-méta-

1. Henle, *loc. cit.*, p. 307.

tarsienne du pouce un rameau qui pénètre sous le muscle court abducteur du pouce pour s'anastomoser avec les rameaux de l'arcade plantaire; 2° d'autres rameaux anastomotiques avec l'arcade plantaire; 3° un rameau anastomotique transversal au niveau de la première phalange du pouce avec la collatérale externe du même doigt. La branche externe de cette branche terminale de la saphène interne se porte en avant et en dehors par-dessus le premier métatarsien; au niveau de son bord externe elle s'anastomose sous un angle aigu avec la partie terminale de l'arcade plantaire. De la fusion de ces deux troncs il résulte une branche volumineuse qui va suivre le bord externe du premier métatarsien en formant la collatérale externe du pouce qui s'anastomose au niveau de la phalangette avec la collatérale interne du même doigt. Cette collatérale donne un rameau qui se porte sur la face supérieure du muscle abducteur du pouce jusqu'à son bord libre, où il s'anastomose avec un rameau plantaire qui suit la même direction sur la face plantaire de ce muscle et qui est fourni par la plantaire externe.

Quelquefois ce rameau est si volumineux que c'est lui qui donne la collatérale externe du pouce, tandis que la collatérale qui vient d'être décrite ne se présente que comme un petit ramuscule qui se jette dans cette collatérale au niveau de la 2ᵉ phalange du pouce.

Il arrive d'observer que la branche postérieure de la saphène interne, après avoir donné la collatérale interne du pouce, ne donne plus de collatérale externe, mais elle se jette dans la pédieuse au dessous du cou-de-pied en envoyant quelques rameaux au tarse. Ce tronc est alors très fin et la collatérale externe du pouce est fournie par la pédieuse.

Chez les magots la disposition de ce tronc est la suivante : 1 1/2 à 2 pouces au-dessus de l'articulation du pied on voit naître de la pédieuse la tarsienne interne qui parcourt tout à fait superficiellement vers le 1ᵉʳ espace intérosseux. Ici elle donne la 1ʳᵉ interosseuse qui se divise en digitales plantaires du premier et du second doigt; elle se porte ensuite entre le 1ᵉʳ et le 2ᵉ métatarsien sur la plante du pied, passe en dessous du 2ᵉ métatarsien dans le 2ᵉ espace interosseux comme la 2ᵉ interosseuse et se divise en digitales plantaires du 2ᵉ et du 3ᵉ doigt.

Chez les anthropomorphes ce tronc constitue une des branches de bifurcation de la saphène interne qui a lieu sur le dos du pied, il « fournit aux muscles du grand orteil » d'après M. Deniker [1]. De la figure [2] donnée par

1. Deniker, *loc. cit.*, p. 198.
2. Id., pl. XXVIII, fig. 7 et 9.

cet auteur on voit qu'il forme la collatérale externe du pouce. C'est tout ce que nous pouvons en dire.

En cherchant à comparer ce tronc chez ces trois espèces de singes, on voit qu'il y a une différence au point de vue de la hauteur de sa naissance; ainsi chez les macaques il naît au-dessous de la 1/2 du tibia; il n'est pas rare cependant de le voir naître sur un point plus rapproché de l'articulation tibio-tarsienne. Chez les magots il naît très près de cette articulation, chez les anthropomorphes il naît sur le pied. Au point de vue de la destination de ses branches on voit que chez tous les singes il fournit la collatérale interne du pouce; chez les macaques il en fournit même deux, l'interne et l'externe; de plus il s'anastomose chez ces derniers avec l'arcade plantaire; nous ne savons pas si cette anastomose existe chez les autres singes, Theile ne nous ayant donné que le trajet des troncs plus volumineux et la description des vaisseaux chez les anthropomophes, faite par M. Deniker, étant très sommaire. En me basant sur cette disposition anatomique de ce tronc je me demande si on ne pourrait l'assimiler à la tarsienne interne de l'homme; d'ailleurs ce nom lui a été donné par Theile. On pourrait expliquer les différences apparentes ainsi : le pouce chez les singes étant écarté de l'axe du pied, le point de la naissance de son tronc vasculaire a lieu également plus haut et comme son rôle physiologique s'était accru son tronc avait une tendance de devenir plus important : 1° en augmentant de volume; 2° en rapprochant son point de naissance vers le centre. Par suite du même écartement du pouce la branche anastomotique avec l'arcade plantaire qui se trouve chez l'homme sur le côté interne du premier métatarsien est placée chez les singes au sommet du 1er espace interosseux. La branche perforante de la pédieuse, avec les collatérales voisines des 2 premiers doigts, a subi, comme nous l'avons déjà dit, le mouvement de translation en dehors dans le 2e espace interosseux.

Reprenons maintenant la description de la fémorale. Après avoir passé entre les faisceaux du grand adducteur sur la face postérieure de la cuisse, cette artère se dirige vers la fosse poplitée où elle est cachée entre les muscles biceps d'une part et ceux qui forment la patte d'oie de l'autre. Elle forme ainsi l'**artère poplitée** qui s'étend du grand adducteur jusqu'à la naissance de la tibiale antérieure.

Après avoir fourni des rameaux au grand adducteur, au demi-tendineux, au droit interne et au biceps elle donne au niveau de l'insertion supérieure des jumeaux : *a*, l'*articulaire supérieure externe* qui se porte en dehors entre le biceps et le vaste externe vers le condyle externe du fémur, où elle se divise en deux branches terminales; chemin faisant, elle donne des rameaux au biceps, à la tête du péroné, au jumeau externe; les branches terminales se ramifient dans la région du condyle externe du fémur en pénétrant dans l'articulation et s'anastomosent avec la grande anastomotique; *b*, un rameau qui accompagne le nerf sciatique poplité externe; *c*, l'*articulaire inférieure externe* qui naît à peu près au même niveau que la supérieure; elle se porte en haut et en dehors en se divisant en trois rameaux dont le premier se ramifie dans la fosse intercondylienne et la partie la plus inférieure du grand adducteur, l'autre pénètre dans l'articulation par sa face postérieure et le troisième se porte dans le jumeau externe en envoyant des ramifications à la partie supéro-externe de la jambe au niveau de la tête du péroné. Plus bas on voit naître sur l'artère poplitée une branche *d*, qui se porte en bas entre les deux jumeaux où elle se divise en deux branches secondaires : l'interne, plus grêle, donne des rameaux aux jumeaux et des rameaux cutanés qui se ramifient sur la face postérieure de la jambe; l'externe perfore le jumeau externe pour se loger entre ce muscle et le soléaire, puis elle pénètre dans ce dernier en s'y divisant en deux rameaux dont l'interne s'épuise dans ce muscle, tandis que l'externe en sort au niveau du bord externe du tendon d'Achille, accompagne ce tendon jusqu'au talon en s'y divisant en deux rameaux terminaux, dont l'un se porte en arrière de la malléole externe sur les tendons des péroniers, tandis que l'autre se jette dans l'artère péronière. J'ai observé deux fois qu'un des rameaux cutanés accompagne le nerf saphène externe le long du bord externe du tendon d'Achille jusqu'à la malléole externe où il s'anastomose avec les rameaux de la pédieuse; *e*, une branche au muscle poplité.

Chez les magots l'artère poplitée traverse la fosse du genou jusqu'au-dessous de l'articulation où elle donne la tibiale antérieure, ou plutôt la tibiale postérieure, et se dédouble bientôt après en une autre tibiale et en péronière.

On voit prendre naissance sur la poplitée de nombreux rameaux musculaires qui vont aux fléchisseurs de la jambe; plus loin on voit les deux

artères jumelles qui naissent tantôt séparément, tantôt par un tronc commun; plus loin encore on voit les articulaires du genou comme chez l'homme.

Chez les anthropomorphes, chez le gorille particulièrement, la poplitée se présente, à ce qu'il paraît, comme d'habitude, mais elle se bifurque beaucoup plus haut que chez l'homme, au niveau du bord supérieur du muscle poplité, en ses deux branches terminales. Chez le gibbon la poplitée donne des branches à l'articulation du genou, aux deux jumeaux, et se divise en une branche qui se perd dans les muscles de la jambe et en péronière [1]. La branche à l'articulation du genou pourrait être regardée comme la musculo-articulaire des magots ou la grande anastomotique des macaques.

Nous voyons que la poplitée des singes présente les mêmes rapports que celle de l'homme; on trouve cependant une légère différence dans le trajet de ses collatérales; chez les anthropomorphes et les magots les articulaires se comportent comme chez l'homme, mais chez les macaques leur trajet en diffère un peu, surtout en ce qui concerne la distribution des branches des articulaires externes; l'articulaire inférieure interne paraissait manquer chez les sujets que j'ai disséqués. Mais chez l'homme les branches correspondantes sont sujettes à de grandes variations; c'est ainsi qu'il existe quelquefois des articulaires accessoires qui se jettent dans le réseau anastomotique en suivant une autre direction que les normales, ces dernières pouvant alors manquer. — Les artères jumelles naissent chez les macaques et les magots tantôt séparément, tantôt par un tronc commun; je ne sais pas si cette dernière disposition se rencontre chez l'homme.

Le rameau descendant vers le talon, qui accompagne le nerf saphène externe chez les macaques, se retrouve quelquefois chez l'homme; il parcourt avec la veine saphène externe et le nerf du même nom en s'anastomosant sous la malléole externe, sur le cuboïde, avec la dorsale du tarse [2]. Il porte le nom de petite saphène.

Arrivée au-dessous du muscle poplité l'artère poplitée donne la *tibiale antérieure* qui naît sur sa face antérieure. Vu la petitesse de son volume la tibiale antérieure ne peut pas être regardée comme la branche de bifurcation de la poplitée. Elle se porte horizontalement d'arrière en avant à travers le ligament interosseux pour se ramifier dans la couche profonde de la face antérieure de la jambe.

1. Denicker, *loc. cit.*, p. 200.
2. Henle, *loc. cit.*, p. 305.

Ses branches : *a*, la *récurrente tibiale antérieure* naît sur la face postérieure de la jambe, bientôt après la naissance de la tibiale antérieure, perfore avec cette dernière l'espace interosseux en donnant des rameaux à la face postérieure de l'articulation du genou et au muscle poplité ; sur la face antérieure de la jambe elle se ramifie dans la couche profonde du muscle tibial antérieur, au-dessous du plateau tibial, en envoyant 1-2 rameaux qui pénètrent dans le tibia en dehors de sa tubérosité ; sur un sujet cette branche étant très petite ne passait pas sur la face antérieure de la jambe où ses ramifications étaient remplacées par celles de la tibiale antérieure ; *b*, sur la face antérieure deux rameaux au muscle tibial antérieur. Après un très court trajet sur la face antérieure de la jambe la tibiale antérieure se divise en deux branches terminales ; l'interne pénètre dans le muscle tibial antérieur en lui donnant plusieurs rameaux, se rapproche du tendon de ce muscle et l'accompagne jusqu'au cou-de-pied où elle s'épuise ; chez certains sujets elle s'anastomose au cou-de-pied avec les branches de la pédieuse. La branche externe se porte en bas et en dehors pour se loger entre le long péronier latéral et l'extenseur commun auxquels elle donne des rameaux, elle devient ensuite sous-aponévrotique et descend sur la face externe de la jambe jusqu'à la malléole externe.

Chez les magots la tibiale antérieure se comporte de la même façon ; elle perfore l'espace interosseux, donne une récurrente tibiale postérieure dans la région du muscle poplité, une récurrente tibiale antérieure à l'articulation du genou et se ramifie dans les muscles de la région antérieure de la jambe, sans atteindre toutefois l'articulation du pied.

Chez les anthropomorphes la tibiale antérieure n'existerait pas pour M. Deniker [1] ; cependant d'après Gratiolet et Alix [2] elle existe chez le chimpanzé où elle s'épuise par de petits rameaux dans la région dorsale du pied et ne s'anastomose qu'indirectement avec les branches de l'arcade plantaire qui traversent les espaces interosseux. Pour ma part, j'ai constaté sa présence chez le gibbon cendré (hylobates leuciscus) chez lequel elle se comportait comme chez les macaques ; je l'ai trouvé également chez le gorille (gorilla gina) où elle était beaucoup plus volumineuse et descendait jusqu'à la face dorsale du pied, mais je n'ai pas pu suivre sa terminaison.

Cette diminution du calibre de la tibiale antérieure n'est pas rare chez l'homme. On la voit quelquefois, en effet, réduite à une branche musculaire destinée au muscle poplité ; cette branche donne

1. Denicker, *loc. cit.*, p. 198.
2. Gratiolet et Alix, *loc. cit.*

la récurrente tibiale antérieure. Dans d'autres cas, cette artère est peu développée et se termine dans les muscles au-dessus de la malléole externe. On trouve aussi des modifications dans le trajet de ses branches; on voit ainsi la récurrente tibiale antérieure se porter transversalement en dedans, au-dessous de la rotule, et se terminer sur la tubérosité interne du tibia[1].

Au-dessous de la naissance de la tibiale antérieure le tronc tibio-péronier est très court chez les macaques; sa longueur ne dépasse pas 1 cent.; quelquefois même la bifurcation du tronc a lieu immédiatement au-dessous de la naissance de la tibiale antérieure. — Ce tronc ne donne qu'une ou deux branches musculaires inconstantes. Après ce court trajet le tronc tibio-péronier se bifurque en tibiale postérieure et en péronière.

L'**artère péronière** se porte en bas et légèrement en dehors entre le long fléchisseur du pouce d'une part et les muscles long fléchisseur commun et tibial postérieur de l'autre. Après un court trajet elle se divise en deux branches : la branche interne, plus grêle, descend entre le tibial postérieur et le fléchisseur commun, et ensuite entre les tendons de ces deux muscles jusqu'à la malléole interne en s'amincissant de plus en plus; dans son trajet elle abandonne quelques rameaux grêles aux muscles environnants. La branche externe, plus volumineuse, qui paraît prolonger le tronc, se porte plus profondément et un peu en dehors vers la face postérieure du ligament interosseux, le long du bord interne du péroné; elle perfore de dedans en dehors le long fléchisseur du pouce pour se diviser au niveau du 1/3 inférieur du péroné en deux rameaux fins dont l'interne s'anastomose en plein canal, un peu au-dessus de la face postérieure de l'articulation tibio-péronière inférieure, avec la collatérale postérieure de la saphène interne; le rameau externe s'anastomose au-dessous du premier avec la même collatérale. La branche externe de la péronière donne dans son trajet de nombreux rameaux au muscle fléchisseur du pouce.

La péronière chez les magots descend derrière le péroné, donne de nombreux rameaux musculaires, particulièrement au muscle soléaire et aux péroniers, perfore le ligament interosseux dans sa partie inférieure pour se ramifier sur la face antérieure de la jambe jusqu'aux malléoles où elle s'anastomose avec les malléolaires, branches de la pédieuse.

1. Cruveilhier, *loc. cit.*, p. 170.

Chez les anthropomorphes ces deux artères se comportent de la même façon, mais l'artère péronière chez le gibbon s'anastomose à la plante du pied avec la saphène interne.

Les rapports de la péronière chez les magots et chez les anthropomorphes, ressemblent en traits généraux à ceux qui s'observent chez l'homme. La péronière des macaques présente cependant quelques différences. Nous voyons d'abord qu'elle émet une branche qui se porte, presque parallèlement au tronc principal, vers la malléole tibiale; cette disposition peut être observée quelquefois chez l'homme lorsqu'il y existe une péronière accessoire qui est parallèle à la normale; elle s'anastomose alors avec cette dernière, ou bien elle parcourt superficiellement derrière le muscle long péronier; il y aurait seulement le renversement des volumes; car chez l'homme elle est externe, tandis que chez les macaques elle est interne par rapport à la péronière normale. Ensuite nous voyons que les branches terminales de la péronière, telles que chez l'homme, n'existent pas; elles sont fournies par la branche postérieure de la saphène interne dans laquelle viennent s'aboucher les rameaux terminaux de la péronière.

Nous trouvons aussi chez l'homme le manque des branches de la péronière qui sont alors remplacées par celles de la tibiale postérieure. Quelquefois la péronière perforante seule peut manquer ou bien elle s'abouche dans la tibiale antérieure.

L'embouchure de la branche terminale de la péronière dans un autre tronc vasculaire se retrouve également chez l'homme : lorsque la tibiale postérieure donne la saphène interne qui perfore l'aponévrose jambière au niveau de la partie inférieure du jumeau interne, on la voit s'anastomoser avec la branche terminale de la péronière et avec la pédieuse sur le dos du pied. Cela nous explique la provenance de la pédieuse de la saphène interne.

L'**artère tibiale postérieure** se porte verticalement en bas, entre le muscle tibial postérieur et les jumeaux, jusqu'à la malléole interne derrière laquelle elle se place; le nerf poplité interne est en arrière et en dehors de l'artère qui devient superficielle vers le 1/3 inférieur de la jambe. Elle ne donne aucune collatérale considérable, sauf 1-2 rameaux aux jumeaux. Par sa partie terminale elle donne, avant d'arriver sur la plante du pied, une branche qui se porte en bas sur la face interno-inférieure du pied où elle se ra-

mitie jusqu'à l'articulation tarso-métatarsienne du premier orteil; cette branche donne, près de son origine, un rameau récurrent sur la face postérieure du tibia, en dehors du tendon du tibial postérieur; il s'anastomose avec la branche postérieure de la saphène interne. Cette branche envoie encore un rameau articulaire qui pénètre dans l'articulation tibio-astragalienne par sa face postérieure. On voit aussi sur cette portion de la tibiale postérieure naître la calcanéenne interne qui est destinée au calcanéum, au tendon du triceps sural et aux téguments; elle envoie un rameau ascendant sur la face postérieure de l'articulation tibio-tarsienne pour s'anastomoser avec la branche postérieure de la saphène interne.

La tibiale postérieure chez les magots descend derrière le tibia en donnant des rameaux musculaires; elle passe derrière la malléole interne pour se porter sur la plante du pied.

Chez le gorille et le chimpanzé la tibiale postérieure semble se comporter comme chez l'homme; chez le gibbon au contraire ce tronc présente une disposition particulière : la poplitée ne donne pas la tibiale postérieure, mais elle se divise en péronière et en une branche qui se perd dans les muscles de la jambe, tandis que la tibiale postérieure naît de la saphène interne au niveau de la naissance du tendon des jumeaux; elle se porte en bas, entre le tendon des jumeaux et celui des fléchisseurs, contourne en arrière la malléole interne pour se porter sur la plante du pied [1].

Nous voyons que la tibiale postérieure chez les macaques, chez les magots et le gorille, se comporte comme le tronc correspondant chez l'homme. La distribution de ses collatérales chez les macaques est la même que chez l'homme; nous y trouvons des branches musculaires, la calcanéenne interne et le rameau articulaire; seul le rameau récurrent anastomotique avec la branche postérieure de la saphène interne ne se retrouve pas chez l'homme, la saphène interne n'y existant qu'exceptionnellement. La disposition toute particulière de la poplitée chez le gibbon me paraît n'être qu'une variété individuelle, vu la similitude de la disposition de ce tronc chez tous les singes et chez l'homme.

La tibiale postérieure arrivée à la plante du pied se divise en deux branches, d'un volume égal, en plantaire externe et plantaire interne. Quelquefois cependant ces volumes peuvent être modifiés;

1. Deniker, *loc. cit.*, p. 200, 201.

ainsi j'ai vu sur un macaque commun la plantaire interne, son anastomose avec la branche interne de la plantaire externe et cette dernière, être d'un volume à peu près égal à celui de la tibiale postérieure.

La **plantaire interne** se porte d'arrière en avant en décrivant de légères flexuosités sur la partie interne de la plante du pied jusqu'à la base du métatarse, où elle se divise en deux branches terminales. Chemin faisant elle donne : 1° un rameau anastomotique avec la plantaire externe ; 2° des rameaux au court abducteur du pouce ; 3° des rameaux cutanés à travers l'aponévrose plantaire ; 4° un rameau anastomotique avec la collatérale interne du pouce. Ses branches terminales : *a*, la branche interne constitue la collatérale externe plantaire du pouce qui communique à son tour par de nombreux rameaux avec la collatérale interne du même doigt ; elle se jette au-dessus de la 1/2 de la première phalange du pouce dans sa collatérale externe dorsale. Nous voyons qu'il existe deux collatérales externes du pouce, une dorsale et une plantaire, tandis que la collatérale interne est unique. La collatérale en question donne un rameau qui m'a paru être constant chez tous les sujets et qui se retrouve sur le membre supérieur. C'est un rameau qui descend sur la face inférieure de l'adducteur du pouce vers son bord antérieur pour communiquer avec la branche dorsale symétrique fournie par la collatérale externe dorsale du pouce ; *b*, la branche externe se porte directement en avant après avoir donné un rameau anastomotique à la branche précédente ; elle se divise bientôt en trois rameaux fins dont le dernier reçoit la branche terminale interne de la plantaire externe ; tous les trois rameaux se portent en avant vers les trois derniers espaces interdigitaux, où ils se jettent dans les métatarsiennes correspondantes au niveau de leurs divisions en collatérales digitales.

La **plantaire externe** se porte légèrement en dehors pour se ramifier dans un plan plus élevé que la plantaire interne, c'est-à-dire au-dessus de l'aponévrose plantaire ; elle marche d'avant en arrière en longeant le bord externe du court fléchisseur des trois derniers doigts pour se diviser au niveau des bases des métatarsiens en deux branches terminales. Dans son trajet elle fournit : 1° des rameaux à l'abducteur du petit doigt ; 2° des rameaux au court fléchisseur des 3 derniers doigts ; 3° à la chaire carrée de Sylvius ; 4° un rameau très grêle qui suit la direction du 5e métatarsien pour

se porter sur le côté externe du 5e doigt. Branches terminales : l'interne, plus grêle, se jette dans le troisième rameau terminal de la branche externe de la plantaire interne. L'externe pénètre de bas en haut vers la base du 4e métatarsien pour se porter en dedans, appliquée contre la face inférieure des bases du 4e et du 3e métatarsien, dans le sommet du 2e espace interosseux. Ici elle se bifurque. Une branche de cette bifurcation se jette au sommet du 2e espace interosseux dans la pédieuse; l'autre se porte dans le sommet du 1er espace interosseux, où elle se jette dans la collatérale dorsale externe du pouce. Dans un autre cas j'ai observé que cette arcade profonde était formée par l'artère dorsale du tarse, tandis que la plantaire externe se jetait dans la pédieuse au sommet du 2e espace interosseux comme dans le cas précédemment décrit, mais après avoir cheminé dans un plan plus rapproché du sol.

Chez les magots la plantaire paraît avoir la même disposition, d'après la figure donnée par Theile; cependant nous n'y voyons pas la division en plantaire externe et interne; elle donne des branches à la racine du pied et s'anastomose avec les rameaux perforants de la pédieuse. Cette branche anastomotique paraît former l'arcade plantaire. La plantaire ne donne aucune branche digitale, ces branches étant formées en totalité par la pédieuse.

Je ne puis rien dire sur les rapports de l'artère plantaire chez le gorille; chez le gibbon il existe une arcade plantaire formée par la péronière, la tibiale postérieure et la saphène interne; cette arcade donne trois interdigitales dont chacune se divise en deux collatérales.

En rapprochant la disposition des branches terminales de la tibiale postérieure à celle de l'homme, nous voyons que la division en plantaires interne et externe s'observe chez les macaques. Le volume de la plantaire interne, qui est moindre que celui de l'externe, dans la plupart des cas, son trajet sur le bord interne du pied, ses ramifications et même ses branches terminales sont, sinon identiques, au moins très proches de ce qu'on observe chez l'homme. La légère différence dans la disposition des branches terminales de la plantaire interne chez l'homme et chez les macaques est la suivante : tandis que la branche terminale interne chez l'homme forme la collatérale interne du gros orteil, chez les macaques elle forme la collatérale externe plantaire du pouce, qui est relativement très éloignée de l'axe du pied et dont le côté interne est pourvu d'un volumineux tronc collatéral, fourni par une des branches de la

bifurcation de la saphène interne. Quelquefois cependant elle peut donner chez l'homme la collatérale externe du 1er et la collatérale interne du 2e orteil. La branche terminale externe chez l'homme s'anastomose avec le tronc commun des collatérales du 1er et du 2e orteil; chez les macaques le tronc correspondant s'anastomose avec le tronc commun des collatérales du 2e et du 3e orteil en donnant deux branches semblables aux deux troncs suivants des collatérales. La plantaire externe présente chez les macaques les mêmes variations de volume que chez l'homme; elle est tantôt d'un volume égal à la plantaire externe, tantôt elle la surpasse; c'est ce qu'on voit aussi chez l'homme [1]. L'arcade plantaire, qu'on trouve constamment chez les macaques, occupe exactement la même position et se termine de la même façon comme chez l'homme, excepté sa branche terminale anastomotique avec la collatérale externe dorsale du pouce qu'on ne voit pas chez l'homme. Cette arcade existe aussi chez les anthropomorphes ainsi que chez les magots, comme on le voit dans la figure incomplète donnée par Theile [2].

Chez les macaques cette arcade peut être quelquefois double : l'une, appliquée contre les bases des métatarsiens, est formée par la dorsale du tarse qui passe sur la plante en contournant le bord externe du pied; l'autre, plus superficielle, est formée par la plantaire externe. Au niveau du 2e espace interosseux ces deux arcades se fusionnent pour se jeter dans la pédieuse comme d'habitude. On retrouve une disposition semblable chez l'homme lorsque la plantaire externe est petite; elle ne forme pas ou presque pas l'arcade qui est alors formée par la tibiale antérieure; les rameaux perforants de la dorsale du tarse et de la dorsale du métatarse renforcent alors l'arcade. Dans la distribution des branches de l'arcade plantaire on retrouve encore des analogies; ainsi les perforantes se comportent comme chez l'homme, les interosseuses cependant n'existent jamais chez les macaques ni chez les magots; elles sont toujours fournies par la pédieuse.

1. Cruveilhier, *loc. cit.*, p. 178.
2. Theile, *loc. cit.*, fig. 1.

Explication des planches XVI et XVII.

Planche XVI.

Fig. 1. — *b ab*, branches de l'abajoue; *b b*, br. buccale; *c e*, carotide externe; *c i*, carotide interne; *c p d*, carotide primitive droite; G S M, gl. sous-maxillaire; *lg*, ar. linguale; *m i*, ar. maxillaire interne; *mx e*, ar. maxillaire externe; *occ*, ar. occipitale; *r g sm*, rameaux à la gl. sous-maxillaire; *sbl a*, ar. sublinguale accessoire; *sm*, ar. sous-mentale; *th s*, ar. thyroïdienne supérieure.

Fig. 2. — Les mêmes lettres que sur la figure précédente. — *a f*, ar. frontale; *a l*, ar. lacrymale; *a scl*, ar. de la sous-cloison; *au a*, ar. auriculaire antérieure; *b p m e*, br. postér. de la maxill. externe; *cr i*, ar. coronaire inférieure; *cr s*, ar. coronaire supérieure; *pl n*, plexus nasal; *tr f*, ar. transverse de la face; *t s*, ar. temporale superficielle.

Fig. 3. — *au p*, ar. auriculaire postér.; *b a oc*, br. auriculo-occipitale.

Fig. 4. — *a c*, ar. cubitale; *a d c*, ar. digitales communes; *a h*, ar. humérale; *a r*, ar. radiale; *ar p*, arcade palmaire; *b t c*, br. terminale de la cubitale; *cl ds*, collatérales des doigts; *cl e p*, collatérale externe du pouce; *cl h p*, une des collatérales de l'humérale profonde; *cl i i*, collatérale interne inférieure; *cl i p*, collatérale interne du pouce; *cl i s*, collatérale interne supérieure; *h p*, humérale profonde; NC. nerf cubital; NM, nerf médian; NR, nerf radial; *r c a p*, rameau complétant l'arcade palmaire; *r r a*, récurrente radiale antérieure; *t r p*, tronc radio-palmaire; *tv a c*, transversale antér. du carpe; *1 d*, 1re digitale.

Fig. 5. — *a i*, ar. interosseuse; *a r d*, arcade dorsale et ses branches; *cl d p*, collatérale dorsale ext. du pouce; *r d m*, rameau de l'ar. dorsale du métacarpe; *tr d c*, transversale dorsale du carpe.

Fig. 6. — *a s*, ar. spermatique; *b e*, sa branche épididymaire; *c c*, ses circonvolutions.

Fig. 7. — *a c*, ar. caverneuse; *a o*, ar. obturatrice; *d v*, ar. dorsale de la verge; *h i*, ar. honteuse interne; *o i*, br. interne de l'obturatrice; *tr p*, ar. transverses du périnée.

Planche XVII.

Fig. 8. — *a f*, ar. fémorale; *a s d*, ar. sous-cutanées descendantes de la cuisse; *b a p*, br. antér. et postér. de la bifurcation de la saphène interne; *b m'*, 1re br. musculaire; *b m''*, 2e br. musculaire; *c s*, ar. circonflexe iliaque superficielle; *ep*, ar. épigastrique; *f p*, fémorale profonde; *g a*, grande anastomotique; *h e*, honteuse externe; *r p*, rameau postér. fourni par la saphène interne; *s a*, ar. sous-cutanée abdominale; *s i*, ar. saphène interne.

Fig. 9. — *a p*, ar. pédieuse; *b t p*, br. terminale de la pédieuse; *c e p*, collatérale externe du pouce; *d m*, ar. dorsale du métatarse; *d t*, ar. dorsale du tarse; *r e*, rameau de la pédieuse qui se porte sur le bord externe du pied; *t a*, ar. tibiale antérieure.

Fig. 10. — Les mêmes lettres que sur la figure précédente. — *c dg*, collatérales des doigts; *b pf*, br. perforantes.

Fig. 11. — *c p e p*, collatérale plantaire externe du pouce; *p e*, ar. plantaire externe; *p i*, ar. plantaire interne; *t p*, ar. tibiale postérieure.

Fig. 12. — Les mêmes lettres que sur les figures précédentes. — *c i p*, collatérale interne du pouce; *p t a p*, portion terminale de l'arcade plantaire.

Fig. 13. — *cr a*, crosse de l'aorte; *trc c s*, tronc commun des carotides et de la sous-clavière droite; *sc g*, sous-clavière gauche; *c g*, carotide gauche; *c d*, carotide droite; *sc d*, sous-clavière droite.

Fig. 14. — *cb m*, cérébrale moyenne; *cm W*, communicante de Willis; *cb a*, cérébrale antérieure; *cm a*, communicante antérieure; *ar c l*, artère du corps calleux; *tr b*, tronc basilaire; *cb p*, cérébrale postérieure; *c i*, carotide interne.

Fig. 15. — *ar*, art. radiale; *t r p*, tronc radio-palmaire; *ra b*, rameau aberrant.

DES INSERTIONS

DE L'APONÉVROSE DU GRAND OBLIQUE

(LES LIGAMENTS DE FALLOPE ET DE GIMBERNAT N'EXISTENT PAS)

Par M. NICAISE.

En 1886 j'ai publié dans les *Archives générales de médecine* (juillet-décembre) une *Note sur l'anatomie de la région inguinale*; je reviens aujourd'hui sur le même sujet, pour affirmer à nouveau, après de nouvelles dissections, les résultats auxquels j'étais arrivé après des recherches faites sur le cadavre.

En étudiant dans les livres l'anatomie de la région inguinale, on trouve généralement une nomenclature de parties diverses, présentées comme des organes à part, ayant des limites propres; sur le cadavre, au contraire, l'anatomie de la région est plus simple et on reconnaîtra que ces parties ne sont que des dépendances des membranes voisines.

Si des auteurs classiques décrivaient encore, il y a quelques années, et décrivent même encore aujourd'hui les ligaments de Fallope et de Gimbernat comme des parties anatomiques distinctes, cependant l'erreur n'a pas été commise par tous, et dès le siècle dernier, Gimbernat [1] avait relevé ce qu'avait dit Fallope, en donnant

1. L'opuscule de Gimbernat sur une *Nouvelle méthode d'opérer la hernie crurale* fut peu répandu, malgré la traduction qu'en a donné Breschet; aussi ce qu'il dit de l'arcade crurale passa inaperçu.

Fallope (1523-1562), anatomiste italien, disciple de Vésale, a écrit des *Observationes anatomicæ*, Venetiis, 1561, in-8°, qui se retrouvent dans les *Opera omnia*, Francofurti, 1600, in-fol.

Poupart, anatomiste et chirurgien français, né en 1616, entré à l'Académie des sciences en 1699, a commis la même erreur que Fallope à propos de l'arcade crurale, il l'a décrite comme un ligament qu'on a appelé aussi *ligament de Poupart*.

Gimbernat, anatomiste et chirurgien espagnol fut professeur à Barcelone, de 1762 à 1774.

de l'arcade crurale une courte description, dans laquelle il considère en outre la partie qu'on a désignée depuis sous le nom de ligament de Gimbernat, « comme un repli de l'arcade dirigé de bas en haut et provenant de la portion de l'aponévrose qui lui correspond », et non comme un ligament indépendant.

La description de l'aponévrose du grand oblique, telle qu'elle résulte des recherches que j'ai publiées en 1866, et que j'ai renouvelées depuis nombre de fois, montre que cette aponévrose forme successivement, en s'insérant sur le bassin, le ligament de Colles ou pilier postérieur, les deux piliers de l'anneau inguinal externe, le ligament de Gimbernat et le ligament de Fallope ou de Poupart. On ne trouve, en effet, pas de ligament allant de l'épine iliaque à l'épine pubienne.

Aponévrose du grand oblique. — L'aponévrose du grand oblique recouvre le petit oblique, à l'aponévrose duquel elle adhère intimement en certains points.

Les adhérences entre les deux aponévroses n'ont pas la même largeur aux différentes hauteurs; elles occupent un espace régulier et qui varie peu, espace qui a la forme d'un triangle dont la base est en haut, et le sommet sur la symphyse pubienne. Le bord qui limite les adhérences part de la symphyse, se porte obliquement en haut, et, arrivé au milieu de l'espace qui sépare l'ombilic de l'appendice xyphoïde, il est éloigné de 6 ou 7 centimètres de la ligne blanche en dehors du bord externe du muscledroit. A partir de ce point le bord externe du triangle des adhérences est vertical.

Au-dessus du pubis, les muscles grand et petit obliques sont donc bien distincts l'un de l'autre, et souvent les fibres musculaires inférieures du petit oblique vont jusqu'au niveau de l'épine pubienne.

L'aponévrose du grand oblique est formée de fibres dirigées de haut en bas, et de dehors en dedans; elles sont disposées en faisceaux plus ou moins compacts qui s'écartent quelquefois les uns des autres, laissant entre eux des espaces triangulaires, allongés, à sommet externe, à travers lesquels on aperçoit le petit oblique; ces espaces sont surtout marqués à la partie inférieure de l'aponévrose, et l'un d'eux, constant, donne passage aux éléments du cordon spermatique ou au ligament rond.

Outre ces faisceaux dirigés en bas et en dedans, l'aponévrose du grand oblique en offre d'autres qui ont une direction contraire et

qui viennent du grand oblique du côté opposé. Cette disposition est très nette à la partie supérieure et moyenne de l'aponévrose et a pour résultat de transformer en espaces losangiques les écartements des fibres qui donnent passage à des vaisseaux, à des nerfs, à de la graisse, et cela surtout près de la ligne blanche. Chez certains sujets, cet entre-croisement des fibres est tellement prononcé qu'il semble que l'on ait sous les yeux un véritable tissu à fils perpendiculaires.

Près de l'arcade fémorale, l'entre-croisement des fibres propres des aponévroses des grands obliques est très peu distinct.

Le *bord inférieur de l'aponévrose du grand oblique* demande à être décrit avec le plus grand soin, à cause du rôle qu'il joue dans la composition de la région inguinale; il a été d'ailleurs diversement décrit par les auteurs; il est donc nécessaire d'en faire une étude minutieuse.

Ce bord s'insère en dehors : 1° à l'épine iliaque antéro-supérieure par des faisceaux courts; 2° à un *raphé fibreux*, à une intersection formée par la réunion de l'aponévrose du grand oblique, du fascia iliaca et du fascia lata. Ce raphé fibreux occupe le tiers externe de l'espace compris entre l'épine iliaque antéro-supérieure et l'épine pubienne; il repose sur le muscle psoas iliaque et représente donc le tiers externe de l'arcade fémorale.

En dedans du raphé, l'aponévrose du grand oblique forme un *pont fibreux* limité en dehors par sa séparation d'avec le fascia iliaca, et, en dedans, par le bord externe du prétendu ligament de Gimbernat, que beaucoup d'auteurs décrivent à tort comme un ligament spécial [1] et qui n'est, ainsi que nous le verrons plus loin, qu'une *portion réfléchie* des faisceaux d'insertion du grand oblique.

Le pont fibreux limite en avant l'anneau crural; sa partie interne et postérieure se continue avec le bord externe du faisceau réfléchi du grand oblique.

En dedans, les faisceaux de l'aponévrose du grand oblique présentent les insertions suivantes, en allant de dedans en dehors :

1° Au niveau de la partie inférieure de la ligne blanche, dans l'étendue de 3 à 4 centimètres, ils s'entre-croisent avec ceux du côté opposé, pour aller s'insérer, ceux du côté droit, par exemple, sur le bord supérieur du pubis gauche, depuis l'angle antérieur du

1. Blandin, Malgaigne et M. Sappey le considèrent comme formé de fibres dépendant du grand oblique et le rattachent au pilier inférieur.

pubis jusqu'à l'origine de la crête pectinéale. Ces faisceaux, qui dépassent la ligne médiane, forment ce qu'on a décrit sous le nom de pilier postérieur de l'anneau inguinal externe ou de *ligament de Colles*, que je crois pouvoir considérer comme faisant partie du bord inférieur du grand oblique.

2° En avant de la symphyse, les faisceaux s'entre-croisent avec ceux du côté opposé et s'insèrent sur la face antérieure du corps du pubis de ce côté.

3° Vers la partie médiane de l'arcade pubienne, arrive un faisceau plus volumineux que les autres, rubané, qui s'entre-croise comme ceux qui passent en avant de la symphyse; ce faisceau constitue le *pilier supérieur de l'anneau inguinal externe.*

4° En dehors de ce faisceau, il s'en trouve un autre plus épais, également rubané, qui s'insère par ses fibres internes à l'épine pubienne, et par ses fibres externes, qui sont accolées sur la partie inférieure de l'épine, il s'insère à la face extérieure du pubis du même côté, en s'entre-croisant quelquefois en avant de la symphyse avec des fibres du côté opposé. Ce faisceau constitue le *pilier inférieur* de l'anneau inguinal; entre lui et le précédent se trouve l'*anneau inguinal externe.*

5° Enfin l'aponévrose du grand oblique prend encore des insertions plus en arrière et en dehors, par une sorte de *faisceau réfléchi*, dans l'étendue de vingt millimètres sur la crête pectinéale, recouverte par le ligament de Cooper; c'est le *faisceau réfléchi* ou *pectinéal du grand oblique.*

Ce faisceau s'insère sur la partie interne de la crête, puis sur l'aponévrose du pectiné, de sorte que l'extrémité externe de ce faisceau réfléchi se trouve à 5 ou 6 millimètres en moyenne, en avant de l'arête du ligament de Cooper.

Ce que l'on a décrit sous le nom de ligament de Gimbernat est formé simplement par cette portion réfléchie du grand oblique qui s'insère à la crête pectinéale et à l'aponévrose du pectiné.

Les insertions internes de l'oblique externe sont, comme on le voit, assez compliquées; sans parler du ligament de Colles, on reconnaît qu'elles se font sur une ligne qui, de l'angle antérieur du pubis, remonte vers l'épine, puis sur la crête pectinéale et l'aponévrose du pectiné, et mesure une longueur de 3 centimètres et demi à 4 centimètres environ.

Elles décrivent donc une ligne courbe à concavité inférieure et postérieure, et dont le sommet est à l'épine.

Les faisceaux qui s'insèrent à cette ligne, par suite de la disposition de la portion réfléchie, représentent une gouttière dont la partie postérieure, à peu près horizontale, est formée par cette portion réfléchie ou ligament de Gimbernat, et la partie antérieure par l'arcade crurale.

Toutes ces fibres se portent obliquement en haut et en dehors pour former la plus grande partie de l'aponévrose du grand oblique; les fibres pectinéales s'infléchissent au niveau de l'arcade, en se portant très obliquement, en haut et en dehors, les plus externes surtout.

Il n'y a pas de fibres allant de l'épine iliaque à l'épine pubienne [1]; il n'y a donc pas là de ligament méritant le nom de ligament de Fallope; mais seulement une arcade, un pli de l'aponévrose réunissant les deux points les plus proéminents des insertions inférieures du grand oblique, l'épine iliaque antéro-supérieure et l'épine pubienne. L'aponévrose, par son degré de tension, forme une arête saillante entre ces deux points : c'est l'*arcade crurale ou fémorale* sur laquelle nous reviendrons.

Telle est l'aponévrose du grand oblique formant entièrement le ligament de Colles, les deux piliers, le ligament de Gimbernat et l'arcade crurale.

A sa partie inférieure, elle présente des fibres de renforcement, les *fibres arciformes*.

Ces fibres sont désignées dans les auteurs par des noms différents; on les appelle fibres intercolonnaires, fibres collatérales (Winslow), fibres transversales ou bandes additionnelles (A. Cooper), fibres en sautoir (Velpeau), fibres arciformes, fibres de renforcement. Les Anglais en font un fascia qu'ils désignent sous le nom de fascia intercolumnaris.

D'après mes dissections, elles sont loin d'être également développées chez les divers sujets; parties du quart externe de l'arcade crurale, elles se portent en dedans et en haut au-dessus de l'anneau. En les poursuivant jusqu'à leur origine, j'ai reconnu qu'un grand

1. En octobre 1868, étant prosecteur à l'amphithéâtre d'anatomie des hôpitaux, j'ai trouvé sur un sujet quelques faisceaux fibreux allant de l'épine iliaque à l'épine pubienne. Ils formaient un cordon qui n'avait guère que 1 à 2 mm. de diamètre et qui occupait la *face postérieure* de l'aponévrose du grand oblique.

nombre naissent de l'épine iliaque antéro-supérieure, suivent l'arcade pendant un certain temps, puis s'épanouissent sur la face antérieure du grand oblique. Leur rôle paraît être de maintenir dans leur position les fibres de l'oblique externe et de limiter, en dehors, l'extrémité supérieure de l'anneau inguinal qui, sans elles, aurait parfois des dimensions très considérables.

Dans certains cas, les fibres collatérales sont très développées et forment un fascia irrégulier. J'ai vu des faisceaux de fibres ayant parfois jusqu'à 2 millimètres de large partis de l'arcade crurale, qu'ils accompagnent quelquefois dans toute sa moitié externe, se porter en haut et en dedans dans une direction à peu près rectiligne, ou avec une légère concavité supérieure, passer au-dessus des deux piliers de l'anneau inguinal externe et se diriger vers la ligne blanche, en présentant une légère concavité inférieure, ce qui donne alors à leur ensemble un aspect ondulé. Arrivées en ce point, elles s'entre-croisent avec celles du côté opposé pour se continuer, selon Cruveilhier et Malgaigne, avec les fibres du grand oblique. *Au-dessus* de ces *fibres arciformes principales*, on en trouve d'autres qui partent de l'extrémité externe de l'arcade ou du bord externe de l'aponévrose du grand oblique, et qui se portent horizontalement en dedans; ces dernières sont d'autant moins longues et moins nombreuses qu'elles se rapprochent davantage de la partie supérieure du muscle.

Au-dessous des fibres principales, on en voit qui, venant de la partie interne de l'arcade, se portent en haut et en dedans en décrivant une courbe à concavité interne, au niveau de l'intervalle des deux piliers, puis se dirigent vers la ligne blanche, où elles s'entre-croisent avec celles du côté opposé; quelques-unes paraissent se continuer avec les fibres du grand oblique. Ces derniers faisceaux appartiendraient alors à l'ordre des faisceaux entre-croisés du grand oblique, lesquels existent surtout dans les deux tiers supérieurs de l'aponévrose.

Les fibres arciformes jouent un rôle dans l'anatomie pathologique des hernies inguinales. L'existence d'une hernie amène leur augmentation en nombre et en volume. En outre, elles sont entraînées et abaissées, et, sur une *hernie inguinale externe*, on trouve souvent un anneau fibreux horizontal, anneau accidentel, s'insérant par son extrémité externe à l'épine pubienne, et par son extrémité interne à la symphyse au même point que le pilier supérieur. Dans un cas

que j'ai eu l'occasion de disséquer à l'Amphithéâtre d'anatomie des hôpitaux, outre cette disposition, la partie interne de l'anneau envoyait des fibres s'insérer à la partie inférieure du corps du pubis et sur l'aponévrose du premier adducteur. Au-dessus de l'anneau fibreux principal, il y avait des fibres à concavité inférieure qui recouvraient l'aponévrose du grand oblique, et qu'on ne pouvait distinguer des fibres collatérales normales. Il s'agit dans ce cas de *fibres collatérales de nouvelle formation*, développées sous l'influence de l'irritation qu'amènent les hernies.

Arcade crurale. — Elle est donc formée tout entière par les faisceaux tendineux d'insertion du grand oblique. Ce n'est ni un ligament, ni une bandelette, ni une gouttière, mais une simple intersection fibreuse, un raphé en dehors et une arête en dedans.

A l'extrémité interne du raphé, les aponévroses se séparent, le fascia iliaca se porte vers l'éminence iléo-pectinée et les faisceaux aponévrotiques du grand oblique se portent en dedans, en passant au-dessus des vaisseaux fémoraux pour aller s'insérer sur une ligne courbe irrégulière, décrite plus haut; nous avons vu qu'il y a des faisceaux réfléchis qui vont s'insérer sur la crête pectinéale. L'arête saillante entre l'épine iliaque antéro-supérieure et l'épine pubienne est due à la tension du muscle grand oblique qui prend insertion sur ces deux épines. L'on comprend donc bien l'existence d'une corde apparente au niveau de la région inguinale sans qu'il soit besoin d'admettre un ligament spécial allant d'une épine à l'autre.

L'arcade crurale, par suite de son union avec le fascia lata au niveau du raphé, est tendue par cette aponévrose dans l'extension de la cuisse, ce qui contribue à lui donner une forme convexe en bas. Dans la flexion de la cuisse, le fascia lata est relâché, l'arête crurale est moins tendue, les anneaux sont alors un peu relâchés.

L'expression de *ligament de Fallope* qui représente une erreur anatomique n'a, non plus, aucune raison d'être conservée, d'autant plus qu'elle a déjà des synonymes, *arcade crurale*, *arcade fémorale*.

Ligament de Gimbernat. — Je reviens sur la portion réfléchie des faisceaux d'insertion du grand oblique, considérée à tort comme un ligament spécial, sous le nom de *ligament de Gimbernat*, dénomination que je propose de remplacer par celle de *faisceau pectinéal du grand oblique*, qui rend compte à la fois de sa position et de ses insertions.

Les fibres externes de l'aponévrose du grand oblique s'unissent

au raphé fibreux; les internes à l'épine et au corps du pubis, les moyennes ou *réfléchies* à la crête et à l'aponévrose pectinéales, c'est-à-dire en arrière des insertions précédentes. Les fibres moyennes sont donc obligées de quitter le plan du grand oblique pour se porter en arrière. Aussi les voit-on s'infléchir autour d'une ligne fictive allant du raphé à l'épine pubienne. Les plus internes des fibres réfléchies vont à l'origine de la crête pectinéale, les plus externes vont sur l'aponévrose qui recouvre le pectiné; elles s'étalent au-dessous de l'arcade pour former un petit plan triangulaire à base sur le pubis et à sommet allongé sur l'arcade, allant jusque près de l'extrémité interne du raphé. Les fibres sont donc plus nombreuses en ce point, ce qui explique le volume plus considérable de l'arête ou arcade crurale au niveau des vaisseaux fémoraux. Le plan triangulaire ainsi formé par les fibres réfléchies est, avons-nous dit, le ligament de Gimbernat, dont le bord externe limite en dedans l'orifice de sortie des vaisseaux fémoraux.

La description que je viens de donner du ligament de Gimbernat est d'ailleurs conforme, dans son ensemble, à celle qu'en a donnée Gimbernat lui-même :

« L'aponévrose du grand oblique, dit-il, se replie en dedans, surtout du côté du pubis, et forme comme un cordon fort et blanchâtre que Fallope a pris pour un ligament.

« Après que le pilier inférieur s'est séparé du supérieur pour former l'anneau inguinal, il va se fixer à une tubérosité du pubis que l'on nomme son épine, qui donne naissance à la crête de la branche supérieure de cet os. Mais ce pilier ne s'attache pas seulement à l'épine, il se prolonge encore en dedans et s'attache à la crête du pubis au moyen d'un fort repli formé par la portion d'aponévrose qui lui correspond.

« L'attache de ce pli ou redoublement s'étend depuis l'épine jusqu'à l'extrémité de la crête du pubis et à plus d'un pouce (27 mm.) chez certains sujets. »

Pour ce qui concerne les autres parties de la région inguinale, je renvoie à mon mémoire, publié en 1866 dans les *Archives générales de médecine*.

LE PARASITE DE LA LIMACE DES CAVES

Ereynetes limaceum (Schranck)

Par M. MÉGNIN.

Grâce à M. le Dr Balzer, j'ai pu, il y a quelque temps, étudier un acarien parasite dont beaucoup d'auteurs ont parlé, mais que je n'avais encore jamais vu. M. le Dr Balzer avait remarqué que sa cave était habitée par des limaces grises, logées dans les anfractuosités de la muraille, et sur le dos desquelles couraient, avec une grande vélocité, de petits animalcules blanchâtres. Il me parla de ce fait et me demanda s'il était connu. Je lui répondis qu'il s'agissait sans doute de l'acarien déjà cité par Linné et que l'ancien naturaliste, Lyonnet, avait nommé le *pou de la limace.*

Enchanté de l'occasion d'étudier un parasite que je ne connaissais pas, j'acceptai avec empressement l'offre de M. Balzer d'aller en récolter moi-même, et j'en fis une ample provision.

Schranck [1] est le plus ancien auteur qui parle du parasite en question et le nommé *Acarus limaceum.*

Réaumur [2], Linné [3] le citent aussi sous le même nom.

C.-L. Koch [4] le décrit très succinctement et le classe dans son genre Tydeus, sous le nom de *Tydeus velox.*

Enfin, tout récemment Berleze [5], après l'avoir décrit sous le nom que lui avait donné C.-L. Koch, a créé pour lui, dans son dernier travail [6], un genre nouveau, le genre Ereynetes, d'un mot latin qui veut dire *investigateur*, et lui a rendu son ancien nom spécifique ; son nom actuel est donc *Ereynetes limaceum.* Mais je doute que Berleze ait eu sous les yeux le véritable parasite de la limace, l'ancien *Acarus limaceum* de Schranck, Réaumur et Linné, le *pou de la limace* de Lyonnet, car il le regarde comme la nymphe d'une espèce dont les adultes vivent dans le fumier et sur les insectes orduriers, et en particulier sur la mouche bleue (*Sarcophaga carnaria*). Il ne doit le connaître que par la figure de C.-L. Koch.

Or l'acarien de la limace n'est pas du tout une nymphe, car j'ai constaté l'existence de mâles, de femelles, de larves hexapodes, enfin de tous les membres de la famille, jeunes et adultes, et si je compare mes sujets avec les figures qu'a données Berleze de son *Ereynetes limaceum*, en admettant qu'elles soient exactes, je constate dans la couleur, dans la forme des palpes, dans les détails de la terminaison des pattes, des différences qui permettent d'admettre l'existence de deux espèces dans le genre Ereynetes que Berleze a eu raison de créer, savoir :

Un *Ereynetes velox*, qui est jaune orange, qui vivrait dans le fumier et s'attacherait aux insectes ordureris ;

1. *Beitrag zur Naturg*, p. 13 ; *Id. Ins. Austr.*, p. 521, n° 1076.
2. *Act. paris.*, 1710.
3. *Syst. nat.*, p. 2933, n° 73.
4. C. M. S. Deutschl., fasc. 4, fig. 11 und 12.
5. *Indagini sulle met. di alc. ac. ins.*, p. 43.
6. *Acari, Myriapodi e Scorpioni ital.* Padova, 1883.

Et un *Ereynetes limaceum* qui est blanc et qui vit sur la limace. Les caractères du genre Ereynetes sont les suivants :



Le parasite de la limace (*Ereynetes limaceum*). — 1, Femelle grossie 150 diam. face ventrale; 2, extrémité postérieure du mâle; 3, larve hexapode; 4, tarse d'une patte antérieure très grossi; 5, extrémité de ce tarse vu de face; 6, une mandibule; 7, un palpe maxillaire; 8, une spinule dorsale; une soie du céphalothorax.

Acariens aveugles voisins des tydeus qui ont des yeux, et appartenant comme eux à la famille des **trombidiés**.

Rostre semi-infère, à mandibules soudées, terminées par une petite pince dont le doigt immobile est petit, conique, aigu, et dont le doigt mobile est grêle et sétacé ; *maxilles* quadrangulaires à bord externe arrondi, à extrémité tronquée, à bords internes soudés et formant par leur ensemble une lèvre inférieure creusée

en gouttière, à la face supérieure de laquelle se remarque une *languette* à extrémité antérieure arrondie; *palpes maxillaires* petits, coniques, quadri-articulés, à article terminal oviforme, portant quatre spinules tronquées, barbelées, dont trois terminales et une rétrograde.

Pattes à six articles formant deux groupes peu éloignés, dont les épimères sont contiguës deux à deux et hypothoraciques, la première paire un peu plus longue que les trois autres; tarses épais, terminés par une paire d'ongles crochus, entre lesquels émerge une spinule arquée, tronquée et barbelée.

Organes génitaux post et hypo-abdominaux, constitués, chez la *femelle*, par une fente à bordures linéaires, chitineuses, portant chacune à leur extrémité une paire de petites ventouses copulatrices; chez le *mâle*, par une paire de testicules sacciformes énormes, visibles par transparence, communiquant à un petit pénis linéaire, à la base duquel on voit une paire de petites ventouses.

Corps mou à tégument finement strié, avec un petit plastron supérieur en demi-lune, céphalo-thoracique et marginal, portant deux paires de fines soies, une antérieure et une postérieure, et une dizaine de paires de spinules tronquées, finement barbelées, semées en lignes symétriques sur le dos, et autant sur la face ventrale. Chaque article des pattes en porte aussi une ou deux paires.

L'*Ereynetes limaceum* a le corps blanc, ovoïde et très épais, aplati en dessous. L'extrémité des tarses porte deux paires de spinules aplaties, spatuliformes, barbelées, entre lesquelles les ongles se rétractent et dont la disposition explique la rapidité avec laquelle l'acarien de la limace court sur son corps gluant, sans y adhérer.

Le *femelle* ovigère mesure 0 milimètre 45 de long sur 0 millimètre 25 de large; son extrémité postérieure est aussi large que l'antérieure. On voit toujours dans son corps un œuf prêt à être pondu et plusieurs autres en voie de formation. L'œuf qu'elle pond est très gros et mesure 0 millimètre 17 de long sur 0 millimètre 13 de large; il est ovoïde et un peu aplati sur une face.

Le *mâle* mesure 0 millimètre 40 de long sur 0 millimètre 23 de large; il ne diffère de la femelle que par son extrémité postérieure plus étroite et la présence des organes génitaux.

La *nymphe* est semblable au mâle dont elle ne se distingue que par l'absence d'organes génitaux.

La *larve hexapode* présente différentes tailles comprises entre celle de l'œuf et celle de la nymphe; les plus communes mesurent 0 millimètre 24 de long sur 0 millimètre 14 de large.

On trouve des œufs libres à différents degrés d'incubation dans le mucus qui recouvre le dos des limaces.

Ces parasites paraissent vivre du mucus qui suinte du corps des limaces, car, quel que soit le nombre des parasites que celles-ci nourrissent, elles ne nous ont jamais présenté d'affections psoriques plus ou moins analogues à celles des quadrupèdes ou des oiseaux.

Ces acariens sont donc des parasites commensaux.

Le Propriétaire-Gérant :
FÉLIX ALCAN.

Coulommiers. — Imp. P. BRODARD et GALLOIS.

LE PLACENTA DES RONGEURS

Par Mathias DUVAL.

(*Planches XVIII et XIX.*)

(Suite [1].)

I

LE PLACENTA DU LAPIN

Historique et critique à propos de la période de formation de l'ectoplacenta.

Les faits que nous venons d'exposer donnent lieu à des conclusions qui sont loin de concorder avec celles formulées par les quelques auteurs qui se sont occupés de la question. Il s'agit donc de mettre en rapport ces diverses manières de voir, et de rechercher notamment quelles confusions, entre divers ordres de formations anatomiques, ont amené les opinions que nous devons réfuter.

Nous ne parlerons ici que de ce qui est étroitement relatif à la formation du placenta jusque vers le dixième jour, chez le lapin, laissant pour plus tard ce qui se rapporte mieux à l'étude du placenta achevé, comme par exemple la distinction si différemment établie par les auteurs sous les noms de *placenta fœtal*, de *placenta maternel*, de *zone fonctionnelle du placenta maternel*, etc. Mais même en nous tenant à la période de formation de l'ectoplacenta, les considérations critiques qui s'y rapportent sont de deux ordres, les unes générales, les autres spéciales.

a. Question générale. De l'étude précédemment exposée, il résulte que ni l'épithélium utérin, ni les glandes utérines ne prennent une part notable dans la genèse du placenta, et que rien ne permet de penser qu'il y ait chez le lapin, à aucun moment de la gestation, absorption par le placenta d'un liquide sécrété par les glandes de

1. Voy. *Journal d'anatomie et de physiologie*, n° de juillet-août 1889, p. 309.

l'utérus, d'un *lait utérin*, comme on l'a nommé. On sait que telle est cependant l'opinion d'Ercolani. Cet auteur, dans ses nombreuses études sur la placentation des divers mammifères, a tenté d'établir une vaste synthèse, dans laquelle, pour montrer l'unité fonctionnelle du placenta dans la série, il établit que celui-ci, quelles que soient ses formes et dispositions apparentes, résulte toujours des relations qui s'établissent entre la villosité choriale, qui est absorbante, et la villosité maternelle, qui est sécrétante. « La portion maternelle du placenta des mammifères, dit-il, a toujours une structure glandulaire... Ce placenta est formé de deux parties distinctes: la portion fœtale, vasculaire et absorbante; la portion maternelle, glandulaire et sécrétante [1]. » Il appuie cette conclusion générale par des études détaillées chez les divers animaux, parmi lesquels il étudie tout spécialement le lapin et le lièvre, parce que ceux-ci ont un placenta unique, comme dans l'espèce humaine. Il attache beaucoup d'importance au placenta du lapin, parce que, dit-il, « ces observations m'aideront pour nous fixer sûrement dans l'idée que, toujours et en toutes circonstances, le rapport entre la mère et le fœtus s'établit au moyen d'un organe glandulaire de nouvelle formation, et que cet organe constitue une partie réellement spéciale ou maternelle du placenta, très différente par la structure et les fonctions de l'autre partie ou portion fœtale. » (*Op. cit.*, page 95.)

Or pour établir ces interprétations chez le lapin, « je crois, dit-il (*ibid.*, page 99), qu'il ne sera pas inutile de faire connaître les observations que j'ai recueillies sur le placenta en voie de formation, en examinant l'utérus gravide d'une lapine entre le neuvième et le dixième jour de la gestation ». On le voit, nous sommes ici en plein dans notre sujet, puisque c'est précisément l'état du placenta âgé de 9 jours que nous avons précédemment étudié.

La description que donne Ercolani de l'état du placenta entre le neuvième et dixième jour est assez laconique, et, en s'en tenant seulement au texte, il pourrait être difficile de comprendre exactement ce qu'il entend, c'est-à-dire de faire la critique de son opinion. « On trouve, sur la muqueuse de la lapine, de nombreuses excavations épithéliales simples, que j'ai appelées follicules muqueux; et, en parlant des différences qu'on observe dans l'examen de la mu-

1. Ercolani, *Mémoire sur les glandes utriculaires de l'utérus et sur l'organe glandulaire de la néoformation*, etc. (Trad. franç. par E. Bruch, Alger, 1869.) Voyez aussi : *Journal de l'anatomie et de la physiologie de Ch. Robin*, 1868, p. 501.

queuse de divers animaux, j'ai fait remarquer que la signification anatomique et physiologique de ces follicules est la même que celle des plis nombreux et souvent fort élevés de cette membrane, qu'ils soient ou non festonnés... Près du placenta et dans les portions de muqueuse qui, avec le développement du fœtus, seront recouvertes ou pour mieux dire se transformeront en organe placentaire, cette membrane se montre grossie et tomenteuse. Examinée au microscope, on voit que cette apparence est due à un développement remarquable des follicules. Ils sont tellement rapprochés que, dans les sections verticales, on en trouve plusieurs coupés en divers endroits de leur hauteur. Autour de chacun d'eux, on remarque la prolifération du tissu connectif qui forme la paroi interne de chaque follicule et tout autour, autant qu'à l'intérieur, l'abondante formation de l'élément épithélial qui est l'élément essentiel de tous les organes glandulaires. » Dans la région placentaire déjà formée, « les grandes ouvertures limitées à l'intérieur par des cellules épithéliales indiquent déjà la notable expansion caliciforme que les follicules ont vite acquise à l'endroit où se forme le placenta. La base placentaire, par conséquent, a été constituée par l'ampliation des follicules et par une prolifération très abondante du tissu unitif sous-muqueux de l'utérus. » (*Ibid.*, pages 100 et 101.)

En lisant ces passages, on pourrait se demander si réellement Ercolani parle bien du placenta du lapin au neuvième jour, car il n'y a aucun rapport entre les termes de sa description et les termes de celles que nous avons données. Mais ce texte est accompagné d'un bel atlas, dont la planche VII est tout entière consacrée au placenta du lapin entre le neuvième et le dixième jour, et les figures en sont fort belles et fort explicites, c'est-à-dire que si la description donnée par son texte ne ressemble en rien à nos descriptions, ses figures au contraire sont très analogues à nos figures et vont nous permettre de nous reconnaître. Or sa figure 1 (section du jeune placenta vers sa face utérine pour faire voir comment les follicules s'élargissent à l'endroit où le placenta se forme) et sa figure 2 (tubes glandulaires en voie de formation pour recevoir les villosités vasculaires du chorion) représentent purement et simplement les vaisseaux sanguins maternels que nous avons décrits comme ayant une couche adventice de cellules d'abord globuleuses, puis vésiculeuses. La représentation de ces parois vasculaires est même fort

exacte, et suffirait pour donner une notion assez approximative de leur constitution.

Mais, dira-t-on, ces vaisseaux maternels se bifurquent, s'anastomosent, forment des réseaux à mailles larges et bien caractérisées (voy. fig. 3, pl. I, et fig. 21 et 23, pl. II, du présent mémoire); Ercolani n'a-t-il pas vu ces dispositions? Il les a vues, mais cela ne l'a pas empêché de confondre ces vaisseaux avec des glandes. « Il n'est pas rare d'observer, dit-il (page 101), dans cette partie du placenta, que quelques follicules étroitement serrés ont confondu ensemble leurs parois. » Et plus loin il parle du contour sinueux et ondulé des glandes, « provenant des follicules agrandis qui, par des contacts fréquents, fondent leurs parois entre elles et forment presque autant de tubes serrés et étroits qui s'ouvrent à la surface fœtale du placenta. » (Page 102.)

Des deux autres figures de sa planche VII, l'une (fig. 3) nous paraît représenter, mais d'une manière infidèle, la lame ectoplacentaire elle-même (ce ne peut être l'épithélium de la muqueuse, comme le dit la légende, car la figure représente de nombreuses assises épithéliales stratiées), et ce que l'auteur y désigne comme des follicules n'est sans doute que les poussées de la couche plasmodiale (comparer avec notre figure 21); l'autre, la figure 4, est d'après la légende une section d'un pli de la muqueuse un peu loin de l'endroit où commence à se former le placenta.

Mais l'essentiel, à notre point de vue, c'est cette confusion qui a fait prendre à Ercolani des vaisseaux pour des tubes glandulaires. Chose remarquable, non seulement Ercolani a bien vu la disposition anastomotique de ces vaisseaux et a cependant persisté à les prendre pour des glandes, mais encore il a vu le mode de formation de l'adventice de cellules globuleuses et il a continué à prendre pour un épithélium glandulaire ces assises de cellules globuleuses. C'est une question qu'il n'avait pas abordée dans l'édition italienne de son mémoire [1], mais qu'il traite dans un appendice ajouté à l'édi-

1. Ercolani, *Delle glandule utriculari del utero* (*Memorie dell' Academia di Bologna*, t. VII, 1868). Depuis ce premier travail, les opinions d'Ercolani, sur la formation du placenta, ont subi quelques variations, quant à des questions de détail, mais il est resté fidèle à la théorie d'une simple villosité absorbante pour la portion fœtale et d'une villosité sécrétante pour la portion maternelle. Dans son mémoire de 1877 il s'attache à démontrer que, dans les points de l'utérus des femelles de certains rongeurs où s'arrêtent les œufs, commence aussitôt après la conception un procédé de destruction de la muqueuse utérine qui se propage à toute la couche conjonctive, en comprenant les glandes utriculaires, les vaisseaux et les nerfs. Nous reviendrons, en

tion française (trad. de Bruch) et qui est intitulé : *De la formation de la portion maternelle ou glandulaire du placenta.* Dans son premier mémoire, il a, dit-il, laissé presque intactes la recherche et la description du procès histogénétique et des transformations successives des éléments primordiaux constituant l'organe glandulaire ou portion maternelle du placenta, c'est pourquoi il consacre cet appendice à l'étude de cette question. Ici les descriptions ne sont pas éclairées par des figures, mais, du moment que nous avons bien établi qu'il a pris précédemment des vaisseaux pour des glandes, il sera facile de voir qu'il continue la même confusion. Or cette adventice des vaisseaux provient, avec une évidence absolue, de la transformation des cellules conjonctives ambiantes. Ercolani a vu cette transformation, et il en conclut naturellement que l'épithélium glandulaire en question est d'origine conjonctive. Déjà dans son premier mémoire nous relevons cette phrase : « J'ai toujours observé qu'autour des follicules qui conservaient leurs cavités internes, bien que rétrécies, *la transformation du tissu connectif en cellules épithéliales était plus active dans tout l'intérieur de la même cavité.* » (Page 101.) C'est cette idée qu'il développe dans l'appendice. « Là où le placenta se forme, l'épithélium qui recouvre les follicules exigus préexistants paraît se ramollir et prendre une apparence tomenteuse. En même temps, du tissu connectif sous-épithélial prolifère un autre tissu de cellules arrondies, molles et délicates, qui se confondent avec celles de l'épithélium ramolli. La forme des follicules est maintenue par l'élévation de ce tissu de néoformation en lamelles minces, droites. » (Page 179.) Il est vrai que dans ce passage il s'agit du placenta de la chatte ; mais la reproduction en était ici nécessaire pour faire comprendre la conclusion générale que l'auteur formule aussi bien pour le lapin que pour tous les autres mammifères (page 166) : « Dans la formation du placenta maternel, l'organe glandulaire ne se fait jamais par une introflexion de l'épithélium utérin et du tissu connectif sous-épithélial. Il est constamment le résultat d'une production d'éléments histologiques différents de ceux qui existaient, et leurs changements successifs constituent la portion glandulaire du placenta. »

faisant l'étude du placenta du cochon d'Inde, sur ce mémoire, dont on trouvera, du reste, une analyse détaillée dans le *Journal de l'anatomie et de la physiologie* de Ch. Robin, année 1877, p. 531. (*Sur l'unité du type anatomique du placenta chez les mammifères et l'espèce humaine, et sur l'unité physiologique de la nutrition des fœtus chez tous les vertébrés,* par Ercolani, Bologne, 1877.)

Il nous semble que la question de l'*organe glandulaire ou portion maternelle du placenta* est suffisamment jugée en ce qui concerne le lapin. Nous verrons ultérieurement qu'il en est de même pour les autres rongeurs. Nous avons tenu à y insister ici, parce qu'il était important de s'expliquer dès le début sur une conception théorique qui a eu un grand retentissement. Il nous semble qu'à cette étude critique se rapporte bien la réflexion philosophique faite par Ercolani lui-même au début de son mémoire (page 78, trad. fr.), à savoir : « que les observations, même imparfaites, et les erreurs des prédécesseurs, dans un ordre déterminé d'idées, sont d'une grande utilité pour se former un jugement exact sur les recherches nouvelles ».

b. Questions spéciales. Par sa forme discoïde, le placenta du lapin ressemble à celui de l'espèce humaine. Par suite, il a de bonne heure attiré l'attention des anatomistes. De Graaf, Malpighi, Haller se sont attachés à démontrer, chez le lapin, la distinction entre un placenta fœtal et un placenta maternel. Mais les études sur le développement de ces parties et les premières phases de leur apparition sont nulles chez les auteurs anciens et très rares chez les contemporains. Aussi, en 1879, Kölliker écrivait-il que « les résultats obtenus sont tellement contradictoires, que de nouvelles recherches sont nécessaires pour bien faire comprendre la structure compliquée du placenta du lapin ». (*Embryologie*, trad. fr., page 376.)

A l'époque où nous avons abordé l'étude de ce sujet, et où nous avons voulu nous mettre au courant de ce qui avait déjà été fait, il n'existait sur cette question que trois monographies : celle de Hollard, citée précédemment et qui n'étudie que la configuration de la surface interne de l'utérus avant et pendant les premiers jours de la gestation; une thèse de Berne [1], dont l'auteur parle d'un processus hyperplastique de la muqueuse, mais déclare n'avoir pu étudier les premiers moments de ce processus, par la difficulté de se procurer des animaux fécondés depuis peu de jours (l'utérus gravide le moins développé qu'il ait eu à sa disposition contenait des embryons longs de 2 centimètres!), de sorte que nous n'aurons à analyser ce travail qu'à propos du placenta achevé; et enfin un mémoire de Masquelin et Swaen intitulé *Premières phases du développement*

1. R. Godet, *Recherches sur la structure intime du placenta du lapin*, Neuveville, 1877.

du placenta maternel chez le lapin[1]. Ce dernier travail se rapporte très exactement à l'étude qui nous intéresse, car il porte essentiellement sur des utérus de 8 à 10 jours, étudiés par la méthode des coupes.

Masquelin et Swaen décrivent très exactement l'hypertrophie du derme de la muqueuse dans la région mésométrique, et la formation, autour de ses capillaires, d'une gaine spéciale « formée de deux, trois rangées de cellules globuleuses, rendues polyédriques par leur compression réciproque ». C'est ce qu'ils nomment la *gaine périvasculaire*. C'est notre adventice de cellules globuleuses, mais, pour notre part, nous n'avons pas observé une forme polyédrique par compression réciproque, aspect que ces auteurs ont obtenu peut-être parce que leurs pièces étaient durcies uniquement par l'acide osmique, dont l'action rend souvent peu distincts les contours des cellules contiguës. La preuve en est dans le passage suivant (page 13) : « Au voisinage des culs-de-sac glandulaires, ces gaines périvasculaires arrivent fréquemment en contact avec eux... Le voisinage de ces cellules épithéliales et des cellules du tissu périvasculaire rend souvent l'étude de ces parties fort difficile à cause de la similitude très grande de ces éléments[2]. » Donc ils avouent qu'il ne leur a pas paru facile de faire la distinction entre les vaisseaux et les glandes. Auraient-ils commis cette même confusion, dans laquelle nous avons vu tomber si complètement Ercolani? Leur mémoire n'est pas accompagné de planches et, en l'absence de figures sur l'interprétation desquelles nous baserions notre critique, il nous est difficile de décider la question. Cependant il nous semble probable qu'une confusion de ce genre, au moins en certains cas, a été l'un des éléments qui les a amenés à formuler cette conclusion, la plus importante et la plus singulière de leur travail, à savoir que les glandes deviennent, par transformation de leur épithé-

1. Ce mémoire a été publié dans les *Bulletins de l'Académie royale de Belgique* (juillet 1879). Il porte en sous-titre la mention *communication préliminaire*; l'année suivante, il a été reproduit textuellement dans les *Archives de physiologie de E. v. Beneden et Ch. v. Bambeke* (t. 1, fascicule 1, 1880, p. 25), mais il n'a pas été suivi, à notre connaissance, d'une publication plus explicite, avec planches.

2. Page 13 du tirage à part; et plus loin : « Les cellules des gaines périvasculaires arrivant en rapport sur certains points avec les cellules épithéliales glandulaires non fusionnées, il semble, au premier abord, qu'elles s'engagent dans les masses protoplasmatiques et les dépriment à leur niveau, et cela, parce que les cellules épithéliales ne se distinguent guère des cellules périvasculaires que par leur position. Cet aspect est surtout fréquent vers le fond des glandes, au voisinage des culs-de-sac. »

lium, le siège d'une évolution hématoblastique et se remplissent de sang formé sur place.

Mais cette conclusion singulière, ce phénomène « auquel on croira avec peine », disent-ils eux-mêmes, a surtout pour origine une autre confusion sur l'interprétation de laquelle nous pouvons cette fois nous exprimer d'une façon plus affirmative. Masquelin et Swaen ont parfaitement vu notre lame ectoplacentaire, et sa couche plasmodiale; mais ils ont pris cette couche pour une formation dérivée de l'épithélium glandulaire; puis ils ont également bien vu ce que nous avons appelé les *lacunes sanguimaternelles* de la couche plasmodiale, mais ils ont cru que ces lacunes se forment sur place dans ce prétendu épithélium utérin, que le sang qu'elles contiennent provient d'une transformation de cet épithélium, et ils ont nommé ces lacunes *cavités hématoblastiques*. Les passages suivants sont assez explicites à cet égard.

En effet, ces auteurs décrivent d'abord comment, dans la plus grande étendue de l'épithélium utérin, au niveau des cotylédons, « les cellules épithéliales se fusionnent en une couche continue de protoplasma contenant une énorme quantité de noyaux ». Ceci est très exact, et les noyaux en question sont ceux que nous avons décrits comme transparents au centre et colorés à la périphérie. Mais, vers l'embouchure des glandes, le processus serait autre d'après eux; or, dans l'embouchure des glandes, nous le savons, ce qui se passe c'est l'arrivée des poussées de la couche plasmodiale de l'ectoplacenta. Ignorant l'ectoplacenta, Masquelin et Swaen ne voient ici qu'une transformation de l'épithélium utérin. « Vers l'embouchure des glandes, cette fusion de l'épithélium utérin se produit par groupes de cellules : l'un d'eux se développe, fait saillie dans la cavité glandulaire, la dilate en tous sens, aplatit le restant des parois épithéliales et forme bientôt une *masse protoplasmique volumineuse, irrégulière, parsemée de noyaux* et accolée de toute part à d'autres groupe de cellules fusionnées... Il résulte de ce processus que les *glandes sont considérablement épaissies, renflées vers leur partie moyenne et arrivent ainsi fréquemment en contact les unes avec les autres.* » (Pages 10 et 11 du tirage à part.) Les termes que nous soulignons dans cette citation sont tout simplement une description de fragments de la couche plasmodiale de l'ectoplacenta, dont les auteurs n'ont pas vu l'ensemble; et la preuve que notre critique est exacte, c'est qu'ils ont bien vu la manière dont les pous-

sées de cette couche plasmodiale entourent les capillaires superficiels. « Dans les espaces compris entre trois ou quatre de ces masses protoplasmatiques qui correspondent au corps des glandes et qui arrivent à se toucher..., le tissu conjonctif interglandulaire est représenté par un capillaire...; dans certains points, *ce capillaire est réduit à l'endothélium entouré de toute part par les masses protoplasmatiques.* » (Pages 12 et 13 du tirage à part.) Un pas de plus et ces auteurs auraient reconnu que ces capillaires, entourés par les masses protoplasmatiques en question, perdent leur endothélium et se trouvent bientôt à l'état de lacunes creusées dans ces masses protoplasmatiques. Mais cette filiation des choses leur a échappé : ils ont cru à une apparition de toute pièce des lacunes dans les masses protoplasmatiques; ils n'ont pas vu les connexions de ces lacunes avec les vaisseaux maternels sous-jacents [1], et alors ils ont cru à un développement de cavités hématoblastiques spéciales et indépendantes, dont ils décrivent la formation sous des aspects multiples et dans des termes assez embarrassés pour faire voir qu'il s'agit là, en effet, d'observations incomplètes. Dans les passages que nous allons citer, il est fait allusion à des cellules dites *sérotines*, fort bien observées du reste, mais dont nous ne ferons l'histoire que plus tard (ce sont les cellules représentées en 4, dans la figure 25 de notre pl. II); on pourra presque suivre certaines parties de la description de Masquelin et Swaen sur cette figure 25.

« Les masses protoplasmatiques nucléées sont devenues de vastes cavités ampullaires qui, par leurs faces superficielles, se trouvent en rapport avec les cellules sérotines profondes. Ces cavités sont limitées, dans le restant de leur étendue, par une couche protoplasmatique d'épaisseur très inégale. Cette dernière a conservé les caractères déjà décrits et contient les noyaux... Pour rendre la description plus facile, nous désignerons ces espaces sous le nom de *cavités hématoblastiques*. Ces cavités sont remplies d'une substance qui varie beaucoup de l'une à l'autre, mais ces variétés sont dues à des périodes différentes du processus qui s'y passe. Dans les cas les plus simples, la cavité est remplie d'une masse homogène transparente, probablement demi-liquide, colorée en rouge clair par l'éosine. On constate facilement qu'elle provient

1. « Y a-t-il communication entre ces espaces et les vaisseaux sanguins? Cette communication s'établit-elle plus tard? Ce sont autant de questions qu'il nous reste à résoudre. » (Page 24.)

d'une modification du protoplasma qui formait primitivement la masse entière. Dans une autre cavité, cette substance homogène est parcourue d'un réticulum de filaments très fins qui partent d'une des parois et parcourent la cavité dans une plus ou moins grande étendue. Il rappelle tout à fait le réticulum fibrineux. Souvent, dans ce cas, des traces du protoplasma primitif avec ou sans noyaux restent engagées dans la cavité et s'y continuent avec le réticulum; souvent aussi il semble que la paroi soit garnie de prolongements ciliaires assez longs qui se trouvent en continuité avec les filaments. — D'autres fois encore, qu'il y ait ou non un réticulum fibrineux, on aperçoit à l'intérieur de la substance homogène qui remplit la cavité une énorme quantité de corpuscules arrondis qui ont tout à fait le volume de corpuscules rouges du sang, mais, parmi eux, les uns sont complètement imprégnés d'hémoglobine, et sont de véritables corpuscules rouges, les autres sont de moins en moins riches en hémoglobine, se colorent de moins en moins dans l'éosine et ont tout à fait la teinte de la substance homogène au milieu de laquelle ils se trouvent. — Enfin, dans certaines cavités moins nombreuses que celles-ci, la substance fondamentale qui les remplit contient une quantité énorme de granulations chargées d'hémoglobine. Ces dernières, fortement colorées par l'éosine, présentent toutes les transitions, depuis les granulations les plus fines, à peine visibles, jusqu'aux corpuscules du sang. Il s'en trouve aussi quelquefois de plus volumineuses et même de beaucoup plus volumineuses que ces derniers. Ce ne sont pas d'ailleurs les seules manières dont se produisent ces corpuscules. On constate souvent que du protoplasma de la paroi se détachent des globules plus ou moins volumineux ovalaires, d'abord pédiculés, homogènes, réfringents, colorés en rouge par l'éosine. Ces corps ne sont que du protoplasma modifié, chargé d'hémoglobine, qui tombe dans la cavité et s'y subdivise sans doute plus tard en une quantité de globules plus petits, probablement en corpuscules sanguins,... etc. » (Pages 17 et 18.) Dans leurs conclusions (page 25), Masquelin et Swaen résument ainsi ce singulier processus sanguiformateur : « L'épithélium superficiel de la muqueuse utérine et l'épithélium de l'embouchure et du corps des glandes, après avoir subi différentes modifications, finit par se transformer en globules imprégnés d'hémoglobine et identiques aux corpuscules du sang. Cet épithélium constitue aussi de petites cellules sphériques claires contenant

un ou plusieurs noyaux, différentes des corpuscules blancs du sang, mais cependant mêlées aux corpuscules rouges. Enfin, dans les cavités hématoblastiques, il forme aussi un liquide dans lequel se trouvent logés ces corpuscules et ces cellules, liquide probablement de même nature que le plasma sanguin, puisque l'on y distingue souvent un réticulum semblable au réticulum fibrineux. »

Si maintenant nous passons des questions relatives à l'utérus et à sa muqueuse, à celles qui ont rapport à l'embryon, à la sphère blastodermique, au blastocyste, nous devons nous demander comment il a pu se faire que les divers embryologistes qui ont étudié le développement du lapin n'aient pas été amenés, par la constatation des épaississements ectodermiques, que nous nommons croissants ectoplacentaires, à entrevoir la part que l'ectoderme prend à la formation placentaire. Et en effet, le seul auteur, van Beneden, qui ait donné à ces épaississements une attention suffisante, a été par le fait même bien près de reconnaître la véritable nature des premières origines du placenta, et s'est par suite rallié à notre manière de voir dès que nous l'avons publiée dans une communication préliminaire.

La plupart des autres auteurs n'ont pas vu les épaississements ectodermiques en question. C'est que, à peine formés, ces épaississements (huit jours et demi à neuf jours) se traduisent, sur une préparation de disque blastodermique examinée en surface (c'est-à-dire isolé et détaché de l'utérus), non par leur présence, mais pour ainsi dire par leur absence même, puisque cette partie d'ectoderme reste adhérente à l'utérus et se traduit sur le disque blastodermique par une perte de substance. Sans doute les divers observateurs ont-ils cru à des déchirures accidentelles, sans signification constante, et, dans les figures qu'ils ont données des blastodermes à cet âge, ils se sont bien gardés de reproduire ces pertes de substances, ces imperfections de la préparation; ils ont cru devoir représenter une aire opaque à peu près uniforme. Sans remonter à des auteurs plus anciens, remarquons que Hensen, dans ses belles études sur l'embryologie du lapin [1], donne une figure d'un embryon d'un peu plus de huit jours (fig. 28 de sa pl. IX) et une figure d'un embryon de onze jours (fig. 29), dans lesquelles l'aire opaque est uniformément ombrée et sans perte de substance, alors

1. V. Hensen, *Beobachtungen über die Befruchtung und Entwickelung des Kaninchens und Meerschweinchens.* (*Zeitschrift für Anat. und Entwikelung*, 1876.)

qu'elle n'a, pour ainsi dire, pas le droit d'être ainsi à cet âge, devant fatalement, pendant les manœuvres de son isolement, subir les pertes de substances qui résultent nécessairement des connexions de son ectoderme avec l'utérus (lame ectoplacentaire). Kœlliker lui-même donne le dessin (fig. 165, page 252 de l'édit. franc.) d'un blastoderme de lapin de huit jours et neuf heures, dont l'état de développement est en tout identique à celui de notre figure 15, et cependant l'aire opaque (*aire vasculaire*, a-t-il même soin d'ajouter, comme pour dire que son opacité n'est due qu'à la présence des îlots sanguins) y est représentée sans perte de substance ; elle y est uniformément foncée, si ce n'est en sa région postérieure où est un croissant noir qui répond à la partie postérieure de nos croissants ectoplacentaires. Sans doute cette partie n'était pas déchirée sur la préparation, et a été reproduite avec sa réalité objective ; la partie moyenne et antérieure des croissants ectoplacentaires, absente sur la préparation, y formait une lacune qu'on a cru pouvoir combler par une teinte foncée uniforme jusqu'à la périphérie de l'aire opaque.

Cependant Kœlliker, qui n'a pas vu les croissants ectoplacentaires sur les disques blastodermiques examinés en surface, a fort bien constaté sur les coupes l'existence d'un épaississement ectodermique notable en dehors de l'embryon et de l'étroite aire transparente. « L'ectoderme, dit-il page 251 (il s'agit d'un embryon de neuf jours), éprouve à cette époque un épaississement particulier tout autour de l'embryon, mais à une certaine distance de lui. » Plus loin il est plus explicite : « Un point digne de remarque, c'est que l'ectoderme de la vésicule blastodermique présente déjà de très bonne heure, à la place qui deviendra plus tard la partie allantoïdienne de l'enveloppe séreuse, un épaississement auquel j'ai donné le nom de *bourrelet ectodermique*. Celui-ci, d'après ce que j'ai pu voir, dès avant que l'amnios se forme et que l'enveloppe séreuse se constitue, prolifère fortement et porte déjà, avant de s'unir à l'allantoïde, des prolongements semblables à des villosités. » (Page 278.) Et enfin plus loin (page 282) : « L'épaississement précité, formant ce que j'appellerai le *bourrelet ectodermique de l'aire embryonnaire*, mérite de fixer l'attention, car c'est une conformation qui sert à mettre en rapport l'œuf avec l'utérus. Ce bourrelet consiste actuellement en une ou deux couches de cellules cylindriques, semblables à celles des parties centrales de l'ectoderme. »

On voit que Kœlliker a été bien près de découvrir la formation ectoplacentaire. Van Beneden en a été plus près encore, car il a réellement observé tout ce qui est relatif à l'ectoplacenta sur les blastodermes vus en surface, et tout ce qui est relatif aux premières connexions de la lame ectoplacentaire avec l'utérus au début; mais il a cru que les choses n'allaient pas plus loin, de la part de l'ectoderme, et il a attribué une origine utérine à l'ectoplacenta bien formé.

« On se tromperait, dit-il [1], si l'on croyait devoir attribuer l'opacité relative que présente le blastocyste, dans l'étendue de l'aire vasculaire future, à cette seule circonstance que dans les limites de cette zone circulaire le mésoblaste est venu s'interposer entre l'épiblaste et l'hypoblaste. La cause principale de l'opacité du blastoderme, dans la plus grande partie de l'aire vasculaire, réside dans l'épaississement progressif de l'épiblaste. Cet épaississement a déjà débuté à un stade plus reculé du développement de l'embryon : il est déjà très manifeste alors qu'il n'existe encore aucune trace de protovertèbres. »

« Le maximum d'épaisseur de l'épiblaste se rencontre dans une zone en forme de fer à cheval, régnant en arrière et sur les côtés de la tache embryonnaire. Cette zone, que nous appellerons dès à présent la *zone placentaire*, se fait remarquer par un aspect marbré particulier (et il en donne une très excellente figure). L'épiblaste y est considérablement épaissi; il y est constitué par plusieurs assises de cellules; mais l'épaississement de ce feuillet ne se fait pas uniformément. Comme le montrent des coupes transversales, la face libre de l'épiblaste y est extrêmement inégale; il s'y est produit des crêtes irrégulières, séparées les unes des autres par des sillons; de là les marbrures que l'on observe quand on l'examine par transparence, à la loupe. C'est dans les limites de ce fer à cheval que va se faire, en tout premier lieu, l'accolement à la muqueuse utérine; c'est là que va se former tout d'abord la portion fœtale du placenta. » (Page 403.)

« Ce que nous venons de dire de l'embryon très jeune, s'applique de tous points aux stades subséquents caractérisés par un petit nombre de vertèbres primordiales.... L'épaississement épiblastique

1. Van Beneden et Ch. Julin, *Recherches sur la formation des annexes fœtales chez les mammifères* (lapins et cheiroptères). (*Archives de biologie de Beneden et Bambeke*, 1884, t. V, fasc. III, p. 402.)

formant la zone placentaire augmente en étendue et en épaisseur; les crêtes et les bourrelets saillants qui se produisent à sa surface externe deviennent plus marqués, plus irréguliers, et ces bourrelets eux-mêmes se prolongent en tubercules qui vont devenir les villosités du placenta fœtal, s'il est permis de parler ici de villosités. » (Page 404.)

Puis, à propos du blastoderme d'un embryon à neuf protovertèbres : « La portion placentaire de la membrane placentaire s'est intimement unie à l'épithélium de la muqueuse utérine. Il en résulte qu'il n'est plus possible d'enlever dans leur intégrité les membranes constituant la voûte du cœlome dans les limites de l'aire vasculaire. Quand après avoir pratiqué une incision cruciale dans une dilatation utérine, avoir durci l'embryon en place au moyen de l'acide picrosulfurique, on cherche à isoler l'embryon avec la portion avoisinante du blastocyste, on constate invariablement qu'une partie de la paroi du blastocyste reste fixée à la muqueuse utérine. La perte de substance intéresse toujours uniquement l'aire vasculaire. Toute la partie placentaire de la séreuse de von Baer manque à la paroi externe de la portion extra-embryonnaire du cœlome (et v. Beneden en donne encore de très excellentes figures). La déchirure se produit constamment d'une part le long du bord externe convexe, d'autre part le long du bord interne concave du fer à cheval épiblastique... Dans une aire vasculaire ainsi isolée et examinée par sa face externe, on distingue maintenant, à la place du fer à cheval opaque et marbré des stades précédents, un fer à cheval à bords déchiquetés et très clair. » (Pages 406 et 407.)

Mais presque aussitôt, van Beneden, après avoir si bien compris l'importance de l'ectoderme dans le fer à cheval placentaire, passe à côté de la véritable interprétation lorsque la formation placentaire (notre lame ectoplacentaire) a acquis un peu plus d'épaisseur. C'est la transformation des portions superficielles de l'ectoderme en couche plasmodiale qui l'égare, et il retombe dans les errements anciens en faisant intervenir l'épithélium utérin. « La portion placentaire de la séreuse de von Baer s'est si complètement confondue avec la muqueuse utérine qui a donné naissance depuis longtemps à un organe volumineux (portion maternelle du placenta), qu'il n'est plus possible de distinguer, même dans les meilleures coupes, la limite entre l'épiblaste épaissi de la séreuse et l'épithélium profondément modifié de la muqueuse utérine. Les deux épithéliums

se sont confondus... La double couche épithéliale (épiblaste et épithélium utérin), qui au début se trouve interposée entre le tissu placentaire maternel et l'allantoïde, disparaît plus tard et il n'est plus possible alors de distinguer la limite entre le tissu conjonctivo-vasculaire du placenta maternel, et le tissu conjonctivo-vasculaire du placenta fœtal. » (Pages 418 et 419.)

C'est aussi par une fusion de l'épiblaste embryonnaire et de l'épithélium utérin hypertrophié que Strahl explique la formation de notre lame ectoplacentaire [1]. Le point de départ de son étude est le bourrelet ectodermique de Kœlliker; et il a bien constaté que ce bourrelet, au 9[e] jour, se compose de deux couches, l'une superficielle (notre couche plasmodiale) dans laquelle il ne voit pas de figure karyokinétique, et l'autre profonde (couche cellulaire) où abondent les figures de division indirecte : « L'étude de stades plus jeunes, dit-il, montre que le bourrelet ectodermique n'est d'origine embryonnaire que par sa couche profonde, la supérieure dérivant de l'épithélium maternel; c'est ce qu'il est facile de vérifier en faisant des coupes sur des blastodermes conservés dans leurs connexions avec l'utérus... Cette couche superficielle oblitère bientôt les orifices des glandes utérines, dans lesquelles, dès lors, ne peuvent s'insinuer les villosités de l'embryon. Cette couche est entièrement d'origine maternelle. Il est très remarquable que, dans l'abondante multiplication des noyaux de l'épithélium maternel qui donne naissance à cette couche, ce n'est qu'exceptionnellement et par un long examen qu'on peut arriver à trouver une figure de mitose, tandis que ces figures sont très abondantes aussi bien dans le tissu conjonctif sous-jacent que dans la couche ectoblastique embryonnaire. Cela tient sans doute à ce que dans l'épithélium utérin le processus de division se produit infiniment plus vite que dans l'ectoblaste embryonnaire. » Dans cette même note, Strahl fait la remarque suivante : « Quant à une transformation des cellules épithéliales en corpuscules du sang, comme Masquelin et Swaen l'ont décrit, je dois dire que, jusqu'à présent, je n'ai rien pu constater de semblable dans mes préparations. » (Strahl, page 57.) [2]

1. H. Strahl, *Beiträge zur Kenntniss der Entwickelung von Saügethierembryonen.* (*Sitz. der Gesellsch. zur Beförderung der gesammten Natur, zu Marburg,* 27 janvier 1888, p. 54.)

2. Dans cette même note Strahl étudie aussi ces mêmes parties chez la taupe, et arrive à cette conclusion que, à l'inverse de ce qu'il a observé chez le lapin, l'épithélium utérin disparaît chez la taupe, où un tissu résultant de la prolifération rapide des

Au moment où nous écrivons ces lignes vient de paraître sur ce sujet un mémoire plus explicite, de Strahl, accompagné de planches[1]. Il y reproduit, en les développant, les conclusions de sa première note. L'examen de ses figures rendra bien évidente la confusion qu'il a faite; on ne s'explique même pas, en voyant la fidélité avec laquelle il a reproduit la configuration des parties, qu'il ait pu prendre notre couche plasmodiale pour une formation dérivée de l'épithélium utérin. Ainsi il décrit et figure des coupes de la lame ectoplacentaire dans ses parties antérieures, où elle n'adhère pas encore à la muqueuse utérine, et où cependant elle possède une épaisse couche plasmodiale, ce qui montre qu'évidemment cette couche ne peut provenir de l'épithélium utérin. C'est ce que Strahl admet cependant, d'après cette hypothèse que, l'ectoderme étant venu adhérer en certains points à l'épithélium utérin, celui-ci a formé à ce niveau ce que nous appelons la couche plasmodiale; puis de ces points « cette masse cellulaire épithéliale maternelle s'étend en avant et sur les côtés en s'étalant non pas à la surface de la muqueuse utérine, mais à la surface de l'ectoderme de l'embryon, n'ayant en un mot, de connexion, à ce moment, avec l'épithélium utérin, que dans les points circonscrits où elle a pris primitivement naissance. » (*op. cit.*, page 215.) Les figures 3 et 4, et surtout la partie droite de la figure 3 (*Op. cit.*, pl. XIV), qui servent à démontrer ce processus théorique, sont évidemment plus schématiques que réelles. Cependant Strahl a employé les mêmes réactifs, les mêmes procédés de fixation que nous (liquide de Kleinenberg, puis alcool).

Pour en revenir à la question principale, nous avons montré que l'épithélium de l'utérus ne joue aucun rôle dans la formation placentaire, car il est résorbé et disparaît rapidement là où se forme le placenta. Or van Beneden a été bientôt amené à reconnaître ce fait, par des recherches non plus sur le lapin, mais sur la

cellules du derme de la muqueuse utérine viendrait obstruer les embouchures des glandes utérines. — Puis, dans un nouveau mémoire (*Ueber den Bau der Placenta; Sitz. der Gesellsch. zu Marburg*, juin 1888, n° 4), Strahl affirme que l'épiblaste s'accole non pas au derme de la muqueuse, mais bien à l'épithélium de l'utérus, chez le chien, de sorte qu'il décrit, sur les villosités conjonctivo-vasculaires du placenta fœtal, deux épithéliums adjacents, l'un d'origine fœtale, l'autre d'origine maternelle.

1. H. Strahl, *Untersuchungen über den Bau der Placenta : I. Die Anlagerung der Eier an die Uteruswand.* (*Arch. f. Anat. u. Physiol. — Anat. Abth.*, 1889, 3-4 Hft, p. 213.) Ce mémoire traite non seulement du lapin, mais encore du chien. Nous aurons donc à y revenir ultérieurement.

chauve-souris. Nous devons dire un mot de ces recherches, car elles marquent les progrès graduels par lesquels van Beneden est arrivé peu à peu à se rattacher à notre manière de voir et à la faire confirmer par son élève Masius.

Les deux notes auxquelles nous faisons allusion, relatives au murin [1], sont intéressantes en ce qu'elles affirment la disparition de l'épithélium utérin et sa non-participation au placenta; mais elles ne renferment pas encore la notion de l'origine ectodermique du placenta, qu'elles attribuent au derme de la muqueuse. Voici en effet les passages les plus explicites à cet égard :

« Un fait bien intéressant et dont la réalité est établie de la façon la plus certaine par les séries de préparations que je possède, c'est l'amincissement progressif, la dégénérescence ultérieure et, enfin, la disparition complète de l'épithélium utérin au contact de l'épiblaste épaissi de l'anneau placentaire (du murin)... Il s'établit une union si intime entre l'épiblaste embryonnaire encore lisse et uni et le derme modifié de la muqueuse utérine, qu'il devient difficile de distinguer la limite entre les tissus maternels et la couche épiblastique de l'embryon. » (1re note sur le murin, pages 8 et 13.)

« Dans les limites de l'anneau placentaire, l'épiblaste embryonnaire, en s'appliquant sur le derme dénudé de la muqueuse utérine, et en s'unissant intimement à lui, se substitue en quelque sorte à l'épithélium utérin; si l'on ne connaissait les stades de l'évolution du blastocyste qui précèdent le moment de la fixation, on aurait peine à déterminer la signification de la couche épithéliale interposée entre le derme de la muqueuse utérine et l'hypoblaste vitellin de l'embryon. Le placenta maternel se forme aux dépens de cette partie du derme de la muqueuse utérine, qui est en contact immédiat avec l'épiblaste placentaire... Déjà au stade didermique du blastocyste, le tissu conjonctif de la muqueuse commence à prendre des caractères très particuliers, au contact de l'épiblaste : on voit de nombreux noyaux du tissu conjonctif se multiplier par voie karyokinétique, d'autres acquérir des dimensions exceptionnelles... Il semble que toute la substance fondamentale et les cellules du tissu conjonctif se résolvent en une *masse protoplasmique commune*, parsemée d'innombrables noyaux de grandes dimen-

1. E. v. Beneden, *De la fixation du blastocyste à la muqueuse utérine chez le murin.* (*Bullet. Acad. roy. de Belgique*, 1888, n° 1.) — *De la formation et de la constitution du placenta chez le murin.* (*Ibid.*, n° 2.)

sions, irrégulièrement disséminés dans cette substance fondamentale... D'autre part, l'endothélium des capillaires se modifie : les noyaux des cellules endothéliales augmentent considérablement de volume; les corps des cellules perdent leurs contours et se transforment dans la même substance finement ponctuée qui se substitue au tissu conjonctif ambiant; bref les parois des capillaires se confondent avec le tissu dermique transformé, et les cavités des capillaires perdent leurs parois propres : ces vaisseaux en sont réduits à n'être plus, dès ce moment, que des trouées à travers la substance protoplasmique à noyaux, qui s'est substituée au tissu conjonctif dermatique... Le caractère de la couche épiblastique (d'origine embryonnaire) se modifie peu à peu. Les contours des cellules disparaissent et leur protoplasma prend absolument les caractères et les propriétés de la masse protoplasmique nucléée qui procède du tissu conjonctif maternel. Il arrive un moment où toute limite entre l'épiblaste et la masse protoplasmique nucléée d'origine maternelle disparaît. » (2e note sur le murin, pages 5, 6, 9, 11 et 14.) Il est facile, à cette description de cette masse protoplasmique nucléée, d'y reconnaître notre lame ectoplacentaire; mais combien multiple, et par cela même peu vraisemblable *à priori*, est l'origine que lui assigne van Beneden : non seulement le derme de la muqueuse, mais encore les parois des vaisseaux, et puis aussi l'épiblaste embryonnaire.

Telles étaient au commencement de 1888 les conclusions de van Beneden sur les premières phases du développement du placenta. J'avais cependant, à ce moment, fait déjà paraître mes premières notes sur le placenta du cobaye (12 mars 1887) et du lapin (2 juillet 1887); mais elles avaient passé inaperçues pour lui [1]; ce n'est que notre note sur le placenta du murin (*Biologie*, 6 octobre 1888), à propos de l'interprétation du travail de Frommel, qui attira l'attention de van Beneden, et nous avons donné dans tous ses détails, dans notre introduction, ce point de l'historique de la question; nous avons montré comment l'éminent embryologiste belge se rattacha sans restriction à notre manière de voir, d'après ce qu'il avait

1. Ces notes ne passèrent pas inaperçues de notre très distingué collègue et ami, le professeur Laulanié, de Toulouse, qui avait émis et défendait des opinions bien différentes des nôtres sur le *symplaste placentaire*. (Voy. F. Laulanié, *Etude critique et expérimentale sur les cellules géantes*. Paris, 1888.) C'est à propos du placenta du cobaye que nous présenterons l'exposé et la critique des travaux de Laulanié sur ce sujet.

vu plus récemment sur le murin, et comment il engagea un de ses élèves, J. Masius, à reprendre cette étude sur le lapin. Le mémoire publié par Masius est entièrement confirmatif de nos résultats. Nous n'avons donc que quelques très courtes remarques à faire sur ce travail pour terminer le présent historique [1].

J. Masius étudie la formation du placenta depuis le huitième jusqu'au douzième jour, c'est-à-dire à peu près dans les limites qui constituent ce que nous appelons la *période de formation* de l'ectoplacenta; il va cependant un peu plus loin, et nous aurons à revenir sur son travail à propos des phénomènes qui se passent dans les premiers jours de la période de remaniement. Pour la période actuellement en question, ses descriptions sont à tous égards semblables aux nôtres. Il décrit avec soin la dégénérescence de l'épithélium utérin, et avec plus de soin encore les modifications de ses noyaux « toujours fortement colorés à la périphérie, avec présence, à leur intérieur, d'une substance incolore et très réfringente ». Leur grand nombre n'est pas dû, dit-il, à une multiplication réelle, mais à une sorte de fragmentation. Il décrit d'une manière exacte la formation de l'adventice à cellules globuleuses (gaines périvasculaires de Masquelin et Swaen), des vaisseaux des cotylédons utérins. Ce qu'il dit de l'endothélium de ces vaisseaux, à savoir qu'il est beaucoup plus épais qu'un endothélium ordinaire et que ses noyaux sont assez semblables à ceux de la gaine, est relatif à un processus plus accentué dans les périodes ultérieures, et dont nous aurons à interpréter plus tard la véritable signification.

Jean Masius donne une excellente description de la formation et de la constitution de l'ectoplacenta, et il insiste sur la division indiquée par van Beneden en *plasmodiblaste* (couche plasmodiale) et en *cytoblaste* (couche cellulaire). Quoique nous ayons décrit ces deux couches, nous avons peu insisté sur la plus profonde (cytoblaste ou couche cellulaire); c'est que nous verrons qu'elle disparaît ultérieurement, et que tout l'ectoplacenta, à l'époque de son remaniement, est à l'état de couche plasmodiale. Aussi devons-nous noter que déjà Masius semble avoir observé ce fait quand il dit (page 29) : « On constate que cette couche profonde de l'épiblaste, continue autour de quelques papilles, est interrompue sur d'autres. »

1. Jean Masius, *De la genèse du placenta chez le lapin.* (*Bullet. Acad. roy. de Belgique*, 1888, t. XVI, nos 9-10.) — *De la genèse du placenta chez le lapin.* (*Arch. de biologie*, 1889.)

Mais il est, dans le mémoire de Masius, un point sur lequel nous ne saurions être d'accord avec lui. « Dans le cours du développement du placenta, dit-il dans ses conclusions (page 36), les cavités des cryptes tapissées par l'épithélium utérin très altéré, peuvent se remplir de sang maternel. Celui-ci arrive dans les cryptes par l'intermédiaire des trouées dépourvues de paroi propre qui traversent la masse épiblastique, de façon à établir des communications entre le système sanguin lacunaire du placenta et les cryptes épithéliales. Par cette disposition s'explique donc la présence possible de sang maternel entre l'épiblaste et la surface de la muqueuse utérine. La formation de ces trouées est importante en ce sens que c'est, peut-être, en suivant un processus analogue que se constitue une partie du système lacunaire du placenta. Les diverses ramifications de ce système sont, en effet, trop nombreuses pour provenir toutes des vaisseaux maternels modifiés. » Nous reviendrions donc à quelque chose d'analogue aux cavités hématoblastiques de Masquelin et Swaen. Nous avons vu par le fait de quelles confusions multiples ces derniers auteurs étaient arrivés à cette singulière conception. Mais ici, pour Masius, il ne saurait être question de confusions, d'erreurs d'interprétation; la lecture de son mémoire montre une trop grande connaissance de la technique, une trop grande habileté dans l'art des coupes, et une trop précise rigueur d'observation, pour qu'il y ait à penser à une erreur de fait ou d'interprétation. S'il a vu du sang maternel dans ce qui reste des culs-de-sac glandulaires, s'il en a vu répandu entre l'épiblaste (lame ectoplacentaire) et la surface de la muqueuse utérine, c'est qu'en effet il y avait bien réellement, dans ses préparations, du sang extravasé dans ces régions.

Cependant, sur nos préparations, nous n'avons jamais rien trouvé de semblable.

Nous croyons que l'explication de cette différence est facile, en tenant compte des procédés opératoires différents employés. Pour notre part, la lapine pleine était sacrifiée par le chloroforme ou par la strangulation [1], l'abdomen ouvert, les vaisseaux de l'utérus compris dans des ligatures, puis l'utérus enlevé en totalité, en y tou-

1. Souvent, au début de nos recherches, l'animal était sacrifié par submersion (le museau plongé dans l'eau jusqu'à asphyxie); or nous avons dû renoncer à ce moyen : l'eau amenée dans le poumon était, si courte que fût cette submersion, absorbée en assez grande quantité pour diluer le sang au point que, dans les vaisseaux maternels du placenta, les hématies n'étaient plus reconnaissables.

chant aussi peu que possible, et plongé dans le liquide fixateur. Aucune violence n'était donc exercée sur l'utérus, sur son contenu, aucune violence capable d'y amener des ruptures vasculaires, des extravasations du sang. Comment au contraire opérait Masius? D'une manière qu'il n'est pas bien facile de comprendre d'après les indications qu'il donne, mais dont nous avons pensé pouvoir nous rendre compte en nous rappelant que divers embryologistes, pour des raisons d'économie, enlèvent à la lapine gravide seulement une corne utérine, ou une partie d'une corne utérine, remettant au lendemain ou à plus tard l'ablation des autres parties, où les embryons se trouveront ainsi à un stade plus avancé. Toujours est-il que Masius précise ce fait qu'il a fait ses ablations d'utérus sur des animaux vivants : « Nous nous servions, dit-il, de l'appareil de Czermak pour maintenir immobiles des lapines gravides, attachées, à l'appareil, sur le dos. Après avoir ouvert la cavité abdominale, nous placions des ligatures aux vaisseaux sanguins de l'utérus, etc.» (Page 9.) Il nous semble que ces conditions opératoires peuvent expliquer les extravasations en question, car Masius lui-même ne voit dans les dispositions sus-indiquées que des hémorrhagies; et du reste ce ne sont pas les seules qu'il ait observées, puisqu'il en décrit également, les considérant toujours comme un processus normal, même au niveau des vaisseaux à adventice de cellules globuleuses (cellules sérotines). « L'épithélium vasculaire n'étant plus intact, le sang des vaisseaux filtre à travers les gaines et se répand dans les lacunes des cellules dites sérotines; l'existence du sang dans ces éléments cellulaires a déjà été observée par Swaen et Masquelin. » (Masius, *op. cit.*, page 27.)

Nous avons ainsi passé en revue tous les travaux auxquels a donné lieu la formation que nous avons nommée *lame ectoplacentaire*. Cette étude critique montre combien diversement a été interprétée cette formation, parce que les divers auteurs n'en avaient pas suivi tous les stades de développement, sans interruption; et, en rapportant ces opinions, nous avons pu préciser pour chacune le point où leurs auteurs avaient perdu le fil conducteur, c'est-à-dire où les lacunes de leurs séries de préparations les avaient fatalement amenés à des interprétations erronées, à des confusions complètes entre des formations d'origines absolument différentes.

Nous n'avons parlé ici que de la lame ectoplacentaire chez le lapin. A la suite de nos études sur les autres rongeurs, nous don-

nerons une revue générale des mammifères chez lesquels divers embryologistes ont décrit des formations auxquelles une critique rationnelle permet d'assigner la même signification qu'à la lame ectoplacentaire du lapin. Tels sont par exemple les travaux de Hubrecht [1] et de Keibel [2] sur le hérisson. Nous verrons ainsi que l'origine ectodermique du placenta est probablement un fait général, d'une très haute portée en embryologie. Pour donner une idée de cette portée, et pour montrer que les études sur le placenta des rongeurs (notamment du cochon d'Inde et du rat) ne seront sans doute pas sans influence sur l'étude du placenta humain, il nous suffira de citer, outre les conclusions déjà mentionnées de van Beneden (voyez notre introduction), le travail récent de Graf Spee, *Sur un disque germinatif humain avec gouttière médullaire ouverte et canal neurentérique (Arch. f. Anat. und Physiol. — Anat. Abtheilung*, 1889, 3-4 Hft, page 159). « Certaines dispositions très particulières ont suggéré à cet auteur l'idée que l'œuf humain pourrait être rapproché, de par son développement, des œufs où les feuillets sont invertis. Parmi les particularités qui sont communes à l'un et aux autres, il mentionne : « la grande étendue de la fente mésodermique, la petitesse du sac vitellin par rapport au chorion, l'occlusion précoce de l'amnios, l'*épaisseur de l'ectoblaste embryonnaire* » (*Revue des sciences médicales*, XXXIV, 13). Nous ne pourrons entrer dans l'analyse de ces faits qu'après l'étude de l'œuf et du placenta du cochon d'Inde et du rat.

C'est également après avoir étudié chez les autres rongeurs les formations ectodermiques homologues de la lame ectoplacentaire du lapin, que nous chercherons la véritable signification des cellules de Rauber, c'est-à-dire de cette couche dite de recouvrement (*Deckschicht*), couche transitoire, qu'on trouve sur le blastocyste du lapin au début de la formation des feuillets blastodermiques, et

1. Hubrecht, *Keimblatterbildung und Placentation des Igels*. (*Anat. Anzeiger*, 15 juillet 1888, n°s 17, 18, p. 510.) Cet auteur décrit un épaississement ectodermique qu'il nomme *trophoblaste*, et dans lequel il décrit des lacunes pleines de sang maternel. Au congrès de Wurzbourg, où Hubrecht communiqua ces faits, van Beneden objecta que, selon lui, Hubrecht aurait confondu, sous le nom de trophoblaste, l'épiblaste de l'embryon et une partie de la muqueuse maternelle. (*Anat. Anz.*, 1888, p. 514.)

2. Keibel, *Zur Entwickelungsgeschichte des Igels*. (*Anat. Anzeiger*, 1er août 1888, n° 22, p. 631.) Cet auteur décrit aussi, pour le blastoderme du hérisson, un ectoderme très épaissi, très adhérent à la muqueuse utérine; « la fusion est telle qu'il est impossible de voir la limite entre cet ectoderme et l'épithélium utérin; de plus, les vaisseaux maternels arrivent jusqu'au contact des éléments embryonnaires. » (*Ibid.*, p. 634.)

qui, signalée par Rauber en 1875, a depuis été étudiée par Lieberkühn (1879) et par Kœlliker [1].

A un point de vue plus général, nous devons faire remarquer que le fait le plus singulier, dans la formation de l'ectoplacenta, est la *vascularisation d'un épithélium*; que cet épithélium soit l'ectoderme fœtal, et que les vaisseaux proviennent de la mère, c'est là un fait spécial de greffe; que ces vaisseaux perdent leur endothélium et se réduisent à des lacunes, c'est là un fait spécial au placenta; mais toujours est-il qu'à un moment donné, la lame ectoplacentaire représente un épithélium parcouru par des capillaires : ceci est le fait général, sur lequel nous devons insister, pour dire qu'on trouve ses analogues dans d'autres formations. En effet, il y a peu de temps encore, l'anatomie générale considérait le fait de *non-vascularisation* comme absolument caractéristique des formations épithéliales. L'embryologie des centres nerveux est venue élargir singulièrement ces idées, puisqu'elle a montré que les parois du tube nerveux central sont primitivement un véritable épithélium qui reçoit ultérieurement des vaisseaux. D'autre part, des processus semblables ont été étudiés dans certaines glandes vasculaires sanguines (Retterer, *Origine et évolution des amygdales*, *Journ. de l'anat. et de la physiol.*, 1888) [2], et récemment des vaisseaux ont été signalés dans l'épithélium de l'oreille interne (Ranvier, *Technique*, p. 768), et dans les couches profondes de l'épithélium olfactif [3].

B. — Période de remaniement de l'ectoplacenta.

Le travail de remaniement de la lame ectoplacentaire commence vers la fin du dixième jour, et nous fait assister enfin à la formation d'un organe correspondant bien à la signification physiologique du mot placenta, c'est-à-dire d'un organe où des ramifications vasculaires fœtales sont en contact plus ou moins direct avec le sang maternel. Jusqu'à présent la lame ectoplacentaire contient bien du sang maternel (lacunes sangui-maternelles), mais pas de vaisseaux fœtaux. Nous allons donc voir arriver les vaisseaux fœtaux ou allantoï-

1. A. Kölliker, *Die Entwickelung der Keimblatter des Kaninchens*. (*Festschrift zur Universit. zu Wurzburg*. Leipzig, 1882.)

2. Voyez, pour la question générale, A. Pilliet, *Origine épithéliale de quelques glandes vasculaires sanguines*. (*Tribune médicale*, 6 juin 1889, p. 213.)

3. Bovier-Lapierre, *De la vascularité de l'épithélium olfactif*. (*Biologie*, 5 décembre 1888, p. 833.)

diens, et leur pénétration dans l'ectoplacenta aura pour effet de diviser la lame ectoplacentaire successivement en *lobes*, puis en *lobules* et enfin de diviser ces lobules en *tubes* ou *canalicules* : ce seront des tubes à parois constituées par des éléments d'origine ectodermique, et dans la lumière de ces tubes ou canalicules circulera le sang maternel. Quelque complexes que soient les évolutions histologiques qui constituent ce que nous appelons le remaniement de l'ectoplacenta, ces évolutions aboutiront donc à transformer les lacunes sangui-maternelles en une quantité innombrable de *tubes* ou *canalicules sangui-maternels*, placés côte à côte avec d'innombrables capillaires fœtaux, le tout étant groupé en une série de lobules, qui eux-mêmes se réunissent pour former des lobes. Ce processus de remaniement suit une marche très méthodique : c'est-à-dire qu'on voit d'abord apparaître la division de l'organe ectoplacentaire en une série de territoires, en forme de colonnes, dont chacune représente un futur lobe; ces colonnes se divisent alors en un complexus tubulaire, qui représente un lobe et dont chaque tube répond à un futur lobule; ensuite, en effet, chacun de ces tubes se divise en canalicules, et forme un complexus canaliculaire qui est le lobule. Nous suivrons donc dans cet exposé les divisions tracées par la nature même des choses, c'est-à-dire que nous étudierons successivement : *a. la subdivision de l'ectoplacenta en lobes et l'état colonnaire de ces lobes; b. le passage des lobes colonnaires à l'état de complexus tubulaire; c. la division des tubes en canalicules et la formation du complexus canaliculaire qui représente un lobule.*

Les transformations que nous avons à étudier se rapportent non seulement à l'ectoplacenta, mais encore aux cotylédons utérins d'une part, et d'autre part aux régions non placentaires de la sphère blastodermique. Mais les divisions adoptées d'après les périodes d'évolution de l'ectoplacenta pourront servir pour l'exposé de l'évolution des autres formations fœtales ou utérines.

a. Subdivision de l'ectoplacenta en lobes; état colonnaire de ces lobes.

La division de l'ectoplacenta en territoires lobaires, sous forme de colonnes (colonnes ectoplacentaires), s'accomplit de la fin du dixième au douzième jour environ (lapins de 10, 11, 11 jours 1/2, figures 26 à 31 de la planche III). Pendant ce temps, il se passe dans

les cotylédons utérins et dans l'hémisphère non placentaire (hémisphère inférieur ou non embryonné) de l'œuf, des transformations que nous exposerons tout d'abord, afin d'être mieux préparés à donner ensuite toute notre attention à l'évolution correspondante de l'ectoplacenta.

1° *Cotylédons utérins.* — Nous avons laissé les cotylédons utérins, à l'âge de 9 jours et demi (fig. 25, pl. II), à l'état de grosses saillies sur lesquelles s'implantent les lames ectoplacentaires correspondantes. Ces saillies cotylédonaires, dont nous n'avons encore donné qu'une fois une figure d'ensemble tout à leur début (fig. 1, pl. I), se trouvent avoir encore augmenté considérablement de volume à la fin du dixième jour, comme le montre la coupe d'ensemble à cet âge (planche III, fig 26, en 1 et 2). Comme précédemment, c'est-à-dire comme à l'âge de neuf jours et demi, chacun de ces cotylédons est composé de deux parties qui deviennent actuellement de plus en plus distinctes : une partie superficielle, formant une couche peu épaisse, confinant à l'ectoplacenta, et qui jusqu'à présent (fig. 23, pl. II) était caractérisée par la présence de quelques restes des culs-de-sac glandulaires, et par ce fait que ses vaisseaux étaient à l'état de capillaires simples (paroi mince endothéliale, sans adventice de cellules vésiculeuses); une partie profonde, formant de beaucoup la masse la plus considérable, et caractérisée par la présence d'une couche adventice plus ou moins épaisse de cellules vésiculeuses autour des vaisseaux qui la parcourent sous forme de larges réseaux. Dans la nécessité de nommer ces deux parties, pour la clarté des descriptions qui vont suivre, nous donnerons à la première le nom de *couche* ou *région intermédiaire des cotylédons utérins* (intermédiaire entre l'ectoplacenta et la masse principale du cotylédon correspondant); à la seconde, comme elle est caractérisée par ses larges vaisseaux qui deviennent de plus en plus de larges sinus, nous donnerons le nom de *région des sinus utérins des cotylédons.*

Pour cette *région des tissus utérins des cotylédons*, de la fin du dixième jour jusqu'au douzième, il ne se produit que de légères modifications, consistant uniquement en ce que la paroi adventice de ces sinus devient de plus en plus épaisse. La figure 29 reproduit bien l'aspect que présente alors cette région : en RS, on voit ces gros vaisseaux, à coupes tortueuses, munis d'une paroi tellement épaisse qu'elle empiète graduellement sur le tissu ambiant, et que les vaisseaux tendent à venir au contact les uns des autres :

et en effet, avec les progrès du développement, nous verrons le tissu ambiant devenir de plus en plus rare, de telle sorte que la région des sinus utérins des cotylédons ne sera plus constituée que par des cellules vésiculeuses, appartenant à des parois vasculaires étroitement pressées les unes contre les autres : les lumières des vaisseaux paraîtront alors comme des sinus creusés à l'emporte-pièce dans un tissu homogène de cellules vésiculeuses.

Ces cellules *vésiculeuses vaso-adventices* (nous les nommerons ainsi pour les distinguer des *cellules vésiculeuses intermédiaires* dont il va être question) sont toujours constituées ainsi qu'elles ont été décrites une fois pour toutes à propos de la figure 24, planche II; le seul fait sur lequel il y ait à insister, c'est que chacune de ces cellules ne renferme qu'un noyau : sur ce point, elles diffèrent complètement d'autres cellules vésiculeuses que nous allons bientôt décrire.

Remarquons encore que, à l'âge actuel (dix jours), il subsiste, au voisinage de la musculature (en 1, fig. 29) une couche bien nette de tissu conjonctif lâche : elle disparaîtra ultérieurement, et le tissu à cellules vésiculeuses qui en prendra la place sera une formation d'une importance particulière au point de vue du processus histologique de la parturition (détachement du placenta, *couche vésiculeuse protectrice* ou *permanente*; voyez ci-après).

Dans la *région intermédiaire* des cotylédons utérins (RI, fig. 29, planche III), des transformations très profondes se produisent : elles portent d'une part sur le tissu conjonctif et d'autre part sur les vaisseaux qui le parcourent.

Dans le tissu conjonctif, il se produit une transformation vésiculeuse des cellules, aboutissant à l'apparition de ce que nous appellerons le *tissu vésiculeux intermédiaire* ou *cellules vésiculeuses intermédiaires*.

Cette transformation avait déjà commencé à l'âge de neuf jours et demi et les premières phases en sont déjà représentées dans la partie supérieure de la figure 25 de la planche II; mais nous en avons réservé la description pour le stade actuel, où le processus est plus caractérisé, et où nous pouvons voir son résultat définitif. En effet, dans la figure 30, en remontant de la région désignée par le chiffre 1, successivement vers celles désignées en 2 et 3, c'est-à-dire en allant de l'ectoplacenta vers la région des sinus utérins cotylédonaires, on assiste à cette transformation graduelle des

cellules conjonctives qui, d'abord petites et étoilées, deviennent volumineuses, polyédriques, acquièrent un contenu liquide transparent, et enfin arrivent à être étroitement pressées les unes contre les autres. En même temps, leur noyau se divise ou, pour parler peut-être plus exactement, se fragmente, car nous ne voyons là rien qui rappelle un processus de division nucléaire correspondant à une prolifération cellulaire. Finalement la région intermédiaire des cotylédons est formée par un tissu homogène de cellules vésiculeuses (figures 31 et 32); ces *cellules vésiculeuses intermédiaires* diffèrent des *cellules vésiculeuses vaso-adventices* en ce qu'elles contiennent toujours des noyaux multiples et relativement petits.

C'est dans ce tissu vésiculeux intermédiaire que les vaisseaux, dont il nous reste à parler, apparaissent à leur tour comme des conduits creusés à l'emporte-pièce. Précédemment (fig. 21, 23, 25, pl. II), ces vaisseaux de la région intermédiaire étaient de purs et simples capillaires; leur paroi était constituée uniquement par l'endothélium vasculaire et ne montrait aucune tendance à l'apparition de cellules adventices vésiculeuses, comme dans la région précédemment décrite des cotylédons; leur cavité se continuait avec celle des lacunes sangui-maternelles de l'ectoplacenta (voyez particulièrement la fig. 25 de la pl. II). Au onzième jour (fig. 30, en V, V), leur paroi présente un aspect tout particulier. Elle est formée de cellules allongées, irrégulièrement épaisses, renfermant des noyaux, généralement disposés en groupes de deux dans ces parties épaisses. Comme on ne voit pas les lignes de séparation de ces cellules, il est plus juste de dire qu'à ce moment la paroi des vaisseaux de la région intermédiaire des cotylédons est formée par une lame continue de protoplasma, semé de noyaux, les uns isolés, les autres disposés par groupes. Ce protoplasma est granuleux, il prend fortement les matières colorantes, et, notamment avec le carmin aluné de Grenacher, son aspect est identique à celui des puissantes couches plasmodiales de l'ectoplacenta. Les noyaux sont également absolument semblables à ceux de cette couche plasmodiale.

Quelle est l'origine de cette lame de protoplasma formant à elle seule la paroi des vaisseaux de la région intermédiaire des cotylédons? Résulte-t-elle d'une transformation de l'endothélium? C'est l'opinion que paraissent avoir adoptée quelques auteurs, comme nous le verrons en essayant d'établir un parallèle critique entre les formations qu'ils ont décrites et celles que nous étudions. C'est

aussi la seule opinion qu'il nous paraissait tout d'abord possible d'adopter, puisque ces lames de protoplasma occupent exactement la place et les fonctions de l'endothélium vasculaire. Mais il nous fut impossible de suivre cette transformation, quoique disposant de préparations abondamment sériées de tous les stades. On aperçoit, dans la région intermédiaire des cotylédons, des restes d'endothélium vasculaire encore plus mince qu'à l'état normal, c'est-à-dire des noyaux fusiformes ratatinés, flétris, comme en voie de résorption; jamais rien qui témoigne d'une hypertrophie de cet endothélium. Il disparaît, et à sa surface apparaissent, comme de toute pièce, les lames protoplasmiques en question.

Au moment où ce problème nous préoccupait, nous avions eu occasion de passer en revue nos préparations sur la formation du placenta chez le cochon d'Inde. Là aussi, comme nous le décrirons ultérieurement, existe un ectoplacenta, différent de celui du lapin quant à sa morphologie extérieure, mais identique quant à sa constitution intime, sa nature histologique. Or de cet ectoplacenta on voit se détacher de longs bourgeons creux, qui pénètrent dans les vaisseaux utérins voisins, en tapissent l'intérieur et se substituent au revêtement endothélial. Ici cette singulière formation présente des proportions gigantesques, sous forme de racines d'origine ectoplacentaire allant puiser le sang dans le terrain maternel qu'elles pénètrent. Ces dispositons nous éclairèrent aussitôt sur la solution à donner au problème étudié sur le lapin. Par une étude plus attentive de ce dernier placenta, il nous a été facile, comme le représentent les figures 30, 31 et 32 de la pl. III, de constater que les lames de protoplasma, formant dès le onzième jour la paroi des vaisseaux de la région intermédiaire des cotylédons utérins, ont pour origine l'ectoplacenta. Quand se sont produites les lacunes sangui-maternelles de l'ectoplacenta (voy. fig. 25, pl. II), au niveau desquelles le sang maternel est au contact de la masse plasmodiale, ce tissu plasmodial continue à pénétrer le terrain maternel; précédemment, pour la constitution de l'ectoplacenta, il l'avait pénétré en s'insinuant dans les glandes et leurs interstices; actuellement il trouve ouvert devant lui un chemin nouveau, et, pourrait-on dire, plus facile, à savoir les conduits vasculaires, sur la paroi desquels il se glisse, se substituant à l'endothélium dont il amène l'atrophie et la disparition, absolument comme il l'avait fait pour la production des lacunes sangui-maternelles.

Cette marche de la couche plasmodiale, on peut la suivre sur certains points des préparations; mais on conçoit que, selon les hasards de la coupe, le plus souvent on apercevra dans un vaisseau l'apparition de la couche de protoplasma sans voir les connexions de cette couche avec l'ectoplacenta, et ainsi la lame de protoplasma semblera apparaître en place de toute pièce, sans rapports génétiques avec l'endothélium qu'elle remplace, mais aussi sans rapports de continuité avec l'ectoplacenta dont elle dérive.

Maintenant s'expliquent facilement les caractères d'identité précédemment signalés entre la masse plasmodiale de l'ectoplacenta (noyaux et protoplasma) et la couche protoplasmatique (avec ses noyaux) qui forme la paroi des vaisseaux de la région intermédiaire des cotylédons.

Jusqu'à quelle profondeur se fait la pénétration de cette lame protoplasmique que nous pouvons appeler *couche plasmodiale endovasculaire*? Nous verrons ultérieurement qu'elle va très profondément, c'est-à-dire qu'elle ne se borne pas aux vaisseaux de la région intermédiaire, mais atteint plus tard la région des sinus utérins des cotylédons, tapisse tous ces sinus et ne s'arrête qu'au niveau de la couche voisine de la musculature, couche dont nous avons déjà fait pressentir l'importance en la désignant sous le nom de couche vésiculeuse protectrice ou permanente. Nous verrons aussi qu'avec cette extension la couche plasmodiale endovasculaire subit des modifications qui peuvent la rendre méconnaissable. Le point important était donc, pour le moment, de bien constater son origine et ses caractères primitifs.

Au début de ces études, nous avons parlé à plusieurs reprises de la nature paradoxale de plusieurs des résultats auxquels nous étions arrivé et, par suite, des longues hésitations à les publier avant de les avoir bien vérifiés par des études comparées chez divers rongeurs. La question de la lame plasmodiale endovasculaire est l'une de celles qui présentent ce caractère paradoxal, au même titre que celle de l'origine de l'ectoplacenta et des lacunes sangui-maternelles. En définitive, cette question n'est que la suite naturelle, l'extension très étendue de celle des lacunes sangui-maternelles. Nous verrons que, pour toutes ces questions, l'étude du placenta du cochon d'Inde viendra nous donner des confirmations complètes, en nous montrant, sous des apparences morphologiques extérieures différentes, la plus parfaite identité dans la nature des processus histologiques.

2° *Hémisphère non embryonné de la vésicule blastodermique.* — Au point de vue des transformations ultérieures, la ligne de séparation entre les deux hémisphères de la vésicule blastodermique est nettement tracée par le trajet circulaire du sinus terminal. La figure 26 donne, sur une coupe d'ensemble d'un renflement utérin (comparer avec la figure 1, pl. I), la disposition de ces parties. En ST est, sur chaque côté, la coupe du sinus terminal : au-dessus est l'hémisphère embryonné, ou hémisphère supérieur, renfermant l'embryon, E, le cœlome externe, l'allantoïde, l'ectoplacenta, toutes parties dont il sera question ci-après; au-dessous est l'hémisphère inférieur, ou non embryonné, qui sur la coupe se présente comme une mince ligne, appliquée au contact de la muqueuse utérine correspondante, mais sans connexions avec elles.

Dans le temps qui s'est écoulé depuis le septième jour, le contraste le plus absolu caractérise le sort des deux hémisphères : l'hémisphère supérieur ou embryonné a été le siège du développement de l'embryon, de l'extension du mésoderme, de sa division en feuillets fibro-cutané et fibro-intestinal, de l'extension du feuillet vasculaire, et enfin de l'adhérence du blastodisque aux cotylédons utérins par la formation de l'ectoplacenta; l'hémisphère inférieur au contraire n'a été le siège d'aucune production nouvelle, d'aucune adhérence, et il est resté constitué purement et simplement par le feuillet externe ou ectoderme, doublé du feuillet interne ou entoderme, sans interposition d'aucun élément mésodermique. Ce contraste devient, à partir du dixième jour, plus caractérisé encore, car, tandis que les formations dérivées de l'hémisphère supérieur vont continuer à s'accroître, les feuillets élémentaires de l'hémisphère inférieur commencent à subir un processus d'atrophie qui aboutira à leur résorption complète. Cette disparition de tout un hémisphère de la vésicule blastodermique n'est pas l'une des moins intéressantes particularités que présente l'embryologie du lapin; elle est importante surtout parce qu'elle est l'un des éléments d'un processus complexe qui nous permettra de trouver sur l'œuf du lapin l'interprétation du phénomène si curieux connu sous le nom d'*inversion des feuillets blastodermiques* chez les autres rongeurs. Nous allons étudier, sur les figures 27 et 28, les premiers stades de cette atrophie.

La figure 27 représente, à un grossissement de 250 fois, la région ST de la figure 26, c'est-à-dire la région du sinus terminal, sur une

sphère blastodermique de 10 jours. Elle est donc destinée à l'étude de la région limite entre l'hémisphère supérieur et l'hémisphère inférieur, à cet âge. On voit en ST le large sinus terminal. Au-dessus de lui est la partie extrême de l'hémisphère supérieur, où nous voyons successivement, en allant de dehors en dedans (de gauche à droite), l'ectoderme (*ex*), le mésoderme (*ms*), le feuillet vasculaire (V, V) et l'entoderme (*in*). Un mot sur quelques-unes de ces parties : L'ectoderme est formé d'une couche de cellules simples d'une manière générale, mais formant par places de légers épaississements où la rangée cellulaire devient double, et qui représentent des villosités ectodermiques rudimentaires (VL, VL); nous les verrons devenir ultérieurement plus considérables, et elles sont ainsi développées sur tout l'ectoderme qui s'étend, dans l'hémisphère supérieur, depuis les bords de l'ectoplacenta (voy. la fig. 35 de la pl. IV) jusqu'au niveau du sinus terminal. Le mésoderme qui, dans les parties centrales de l'hémisphère supérieur, s'est largement dédoublé en lame fibro-cutanée et lame fibro-intestinale, entre lesquelles est la cavité dite cœlome externe (PP, fig. 29), présente ici, dans cette partie périphérique, à peine une indication de cette division, bien marquée cependant par places (par exemple en PP). Rien à dire de particulier sur le feuillet vasculaire et sur l'entoderme, dont la figure, sans autres détails explicatifs, suffit pour montrer les rapports et la constitution. — Au-dessous du sinus terminal (partie inférieure de la figure) est le commencement de l'hémisphère inférieur de la vésicule blastodermique : on voit que le mésoderme (*ms*) s'arrête brusquement après avoir couvert le sinus terminal, et que c'est à peine s'il se prolonge par une ou deux cellules dans l'hémisphère inférieur, lequel reste donc bien constitué simplement par l'ectoderme (*ex*) et l'entoderme (*in*). A ce niveau, ces deux feuillets sont constitués par des cellules en tout identiques à celles qui les constituent dans l'hémisphère supérieur; tout au plus peut-on remarquer que les cellules entodermiques sont ici un peu moins volumineuses, un peu moins saillantes. Mais à mesure qu'on examine ces feuillets en les suivant vers la partie centrale de l'hémisphère inférieur, on voit, déjà à très peu de distance du sinus terminal, les cellules de ces feuillets devenir moins distinctes, moins nettement séparées les unes des autres, présenter en un mot des signes d'atrophie et de dégénérescence graduelles qui sont bientôt caractérisées par les dispositions de la figure 28.

Cette figure 28 représente, à ce même grossissement de 250 fois, la région qui est désignée par le chiffre 28 dans la figure 26, c'est-à-dire la partie centrale de l'hémisphère inférieur de la vésicule blastodermique. Nous y avons figuré non seulement les parois de la vésicule, mais encore la partie superficielle de la muqueuse utérine correspondante.

Les parois de la vésicule sont constituées par deux feuillets, dont on aurait peine à reconnaître la nature et la signification blastodermique, si on ne les avait suivis sur la préparation depuis la région du sinus terminal (extrémité inférieure de la figure précédente). Ce sont en effet d'une part l'entoderme (*in*) formé de cellules minces, se présentant sur la coupe comme des corps fusiformes placés bout à bout et contenant un noyau dans leur partie renflée, et d'autre part l'ectoderme (*ex*) formé de conglomérats irréguliers de protoplasma parsemé de noyaux. Pour l'entoderme, tel qu'il se présente sur la figure 28, on ne peut pas dire qu'il offre des caractères d'atrophie et de dégénérescence; il est seulement demeuré dans son état primitif, tel qu'il était au début de la formation de la vésicule blastodermique : il a subi un arrêt de développement; ce n'est que plus tard que nous verrons intervenir l'atrophie, la dégénérescence et la résorption. Mais, pour l'ectoderme, il est évidemment déjà dans un état de transformation qui prépare l'atrophie à laquelle nous assisterons plus tard. Un petit nombre de ses cellules ont conservé par places leurs limites distinctes; les autres sont fusionnées en des conglomérats protoplasmiques irréguliers, formant des renflements rattachés les uns aux autres par des tractus minces (c'est-à-dire qu'au niveau de ces tractus le feuillet ectodermique est aminci et prêt à se déchirer). Ce protoplasma n'est pas homogène, mais formé par places de parties qui prennent bien le carmin, tandis que des parties voisines restent relativement claires. Les noyaux sont encore bien conservés, quoique leurs contours apparaissent moins nets et moins bien circonscrits. En présence de ce fait que les cellules sont plus ou moins régulièrement fusionnées entre elles, il semble qu'on pourrait dire qu'ici, dans l'hémisphère inférieur, l'ectoderme a commencé à être le siège d'une transformation semblable à celle qui, dans l'autre hémisphère, a donné naissance à l'ectoplacenta et à sa couche plasmodiale, mais que ce processus ne s'est pas poursuivi; il y a donc eu, comme pour l'entoderme, arrêt de développement, mais à une période plus avancée,

puis commencement de dégénérescence. C'est surtout l'étude des stades ultérieurs qui justifiera cette dernière expression.

Il nous reste à parler de la partie correspondante de la muqueuse utérine (moitié inférieure de la figure 28). Si le lecteur veut bien se reporter à ce que nous avons dit et figuré pour une région semblable de la muqueuse utérine au septième jour de la gestation (voy. fig. 2, pl. I, et sa description dans le texte), il nous suffira de peu de mots pour caractériser l'état actuel de l'épithélium utérin. Nous retrouvons en effet les dépressions, en culs-de-sacs s'élargissant dans la profondeur, que forme l'épithélium. Dans ces culs-de-sac, les cellules épithéliales sont bien nettes, tandis que sur les saillies interposées l'épithélium a complètement subi la dégénérescence dont nous avons signalé le début en ces mêmes régions dès le septième jour et que nous avons décrite avec détail pour la muqueuse des régions cotylédonaires (voy. fig. 4, pl. I), c'est-à-dire que toute la couche épithéliale forme en ces points une masse homogène, relativement épaisse, peu colorable, avec noyaux nombreux disposés par amas dans la couche profonde de cette masse, et que ces noyaux ont un centre clair et une périphérie foncée, formée de granulations de chromatine. Ce contraste entre l'épithélium des dépressions et celui des saillies nous indique les parties qui doivent disparaître et celles qui doivent servir à la régénération du revêtement épithélial. En effet, toutes les masses épithéliales dégénérées des saillies (en *e*, fig. 28) sont destinées à tomber ultérieurement, et nous trouverons leurs débris mêlés à ceux de l'ectoderme et de l'entoderme de l'hémisphère inférieur de l'œuf. Au contraire l'épithélium des dépressions (E, fig. 28) subsistera, s'étendra sur les parties voisines dénudées, et ainsi la muqueuse utérine, à l'époque de la parturition, se trouvera recouverte régulièrement d'un épithélium normal.

Dans le chorion de cette muqueuse, dans les parties immédiatement sous-jacentes à l'épithélium, quelques cellules conjonctives commencent à subir une hypertrophie remarquable (CG, fig. 28). Le noyau devient très gros, leur protoplasma augmente également de volume, mais en restant granuleux. En effet il ne deviendra à aucun moment liquide et transparent; ces cellules n'affecteront jamais l'aspect vésiculaire. Dans des stades ultérieurs ces cellules deviendront énormes. Quoique leur origine soit bien facile à constater, et qu'elles ne soient qu'une simple transformation hypertro-

phique des cellules conjonctives du chorion, leur signification, leur importance dans la physiologie de la gestation nous échappe complètement; elles sont pour nous absolument problématiques. Leurs analogies avec ce qu'on a décrit sous le nom de cellules de la caduque ne nous échappe pas; mais comme aussi on a donné ce nom à bien des formations différentes, nous les désignerons simplement sous le nom de *cellules géantes de la muqueuse utérine*; ce nom sera justifié par les dimensions prodigieuses que nous leur verrons acquérir ultérieurement.

3° *Ectoplacenta.* — Nous arrivons enfin à l'étude de l'ectoplacenta, de sa subdivision en lobes colonnaires.

Dans la figure 25 de la planche II, c'est-à-dire à l'âge de 9 jours et demi, nous avions déjà signalé le développement d'éléments mésodermiques provenant de la lame externe du mésoderme (lame fibro-cutanée) et remplissant la cavité des plis que forme la couche cellulaire de l'ectoplacenta. Ainsi commencent à se dessiner des cloisons mésodermiques qui pénètrent dans l'ectoplacenta par sa face embryonnaire et tendent à le morceler. Quoique la figure 29 (pl. III) reproduise, à un très faible grossissement, l'ensemble de l'embryon et de ses annexes, elle suffit cependant pour montrer le développement croissant, à l'âge de 10 jours, de ces cloisons qui préparent le terrain pour l'arrivée des vaisseaux allantoïdiens. On y voit en même temps que le tissu du feuillet fibro-cutané s'est accru, et forme une puissante couche mésodermique revêtant la face fœtale de l'ectoplacenta, ainsi que la lame ectodermique (2, figure 29) qui relie les deux ectoplacentas, et que nous appellerons *lame inter-ectoplacentaire* (elle correspond au sillon intercotylédonaire, IC; comparer avec des figures 16, 20, 22 et 23, où on pourra suivre sa formation; elle a besoin d'un nom parce que nous aurons souvent à la désigner en suivant ultérieurement ses rapports avec des formations auxquelles elle est contiguë). Quant à l'allantoïde, nous avons vu (fig. 23, pl. II; à 9 jours et demi) comment elle faisait saillie dans le cœlome externe (PP) et arrivait au voisinage de la lame fibro-cutanée en question. A l'âge de 10 jours (fig. 29), nous voyons que cette allantoïde a atteint cette lame fibro-cutanée, s'étale à sa surface et la pénètre de vaisseaux.

Cette pénétration et cette extension des vaisseaux dans la lame fibro-cutanée des ectoplacentas sont très rapides. A dix jours (fig. 29), ils arrivent à peine à sa partie inter-ectoplacentaire; en vingt-

quatre heures, ils l'ont entièrement envahie, arrivant jusqu'aux limites externes, et pénétrant même dans des cloisons qu'elle envoie dans l'ectoplacenta. C'est ce que montre la figure 30.

Cette figure représente un fragment de la limite externe d'un ectoplacenta, c'est-à-dire de la région désignée par le chiffre 30 sur la figure 29; mais remarquons que la figure 29 est d'un ectoplacenta de 10 jours, tandis qu'ici il s'agit d'un organe à l'âge de 11 jours. Aussi y trouvons-nous de nombreux vaisseaux fœtaux allantoïdiens. En allant de la partie droite à la partie gauche de la figure, on assiste aux diverses phases de la pénétration des cloisons mésodermiques vasculaires dans l'ectoplacenta, les unes de ces cloisons n'y entrant que très superficiellement, les autres le pénétrant déjà jusque dans presque toute son épaisseur. La pénétration a lieu toujours perpendiculairement à la lame ectoplacentaire, et les cloisons vasculaires sont assez régulièrement parallèles. Il en résulte que l'ectoplacenta se trouve subdivisé en une série de colonnes juxtaposées, disposées perpendiculairement à l'ensemble de l'ectoplacenta. C'est la première indication de l'état colonnaire de l'ectoplacenta. Chacune de ces colonnes ectoplacentaires correspond à un futur lobe. C'est ce fait important qui nous fait nous arrêter sur ce stade du développement et lui donner un nom, quoique l'état colonnaire soit très transitoire, et, comme du reste tous les stades de ce rapide processus embryonnaire, bientôt effacé par de nouvelles transformations.

Dans ces *colonnes ectoplacentaires*, des lacunes sangui-maternelles (L, L, fig. 30) s'étendent et se développent, de manière à en creuser plus ou moins régulièrement le centre. Cependant, à l'âge de onze jours, la plupart des colonnes ne sont pas encore régulièrement creusées, mais seulement percées de lacunes disposées à la file, dans l'axe de la colonne, et communiquant, au niveau de la partie profonde de l'ectoplacenta, avec des vaisseaux de la couche intermédiaire des cotylédons utérins, c'est-à-dire avec les vaisseaux revêtus intérieurement de ce que nous avons appelé la *couche plasmodiale endovasculaire*, d'origine ectoplacentaire.

Ces colonnes ectoplacentaires sont presque toujours sans connexion les unes avec les autres par leurs extrémités profondes (en bas de la figure 30), c'est-à-dire que ces extrémités plongent entièrement dans le tissu mésodermique qui les entoure de tous côtés. Il n'en est pas de même de leurs autres extrémités, celles qui

regardent du côté des formations cotylédonaires de la muqueuse utérine (en haut de la figure 30). Ces extrémités supérieures sont unies entre elles par une couche ectoplacentaire continue, interrompue seulement par les vides qui représentent les voies de passage du sang maternel. En d'autres termes, les cloisons mésodermiques vasculaires qui pénètrent l'ectoplacenta, ne le perforent pas de part en part, n'arrivent jamais jusque dans le terrain maternel, c'est-à-dire dans ce que nous avons décrit sous le nom de *région intermédiaire* des cotylédons utérins, formée par les *cellules vésiculeuses* précédemment étudiées. Il reste toujours une couche limite ectoplacentaire, reliant entre elles les extrémités correspondantes des colonnes ectoplacentaires, et formant barrière entre le tissu mésodermique fœtal et le tissu maternel. Malgré les transformations successives dont l'ectoplacenta va être le siège, malgré son émiettement, pour ainsi dire, en tubes, puis en canalicules, cette couche limite ectoplacentaire persistera. Sur la figure 30, à l'âge de onze jours, elle est encore épaisse et par suite mal différenciée d'avec les extrémités correspondantes des colonnes ectoplacentaires qu'elle relie, ou qui semblent partir d'elle comme d'une masse commune. Mais nous allons la voir presque aussitôt se dessiner nettement par le fait d'une individualisation plus complète des colonnes à son niveau; elle se présentera alors sur les coupes comme formant des séries de lames ectoplacentaires disposées en minces arcades entre les extrémités profondes des colonnes ou lobes ectoplacentaires, traçant la limite entre le mésoderme et les vaisseaux fœtaux d'une part, et d'autre part le tissu maternel (tissu des cellules vésiculeuses intermédiaires). Nous pouvons donc, dès maintenant, afin de reconnaître cette formation que nous retrouverons dans tous les stades ultérieurs, lui donner le nom de *lame limitante ectoplacentaire*, ou *arcades limitantes*.

La figure 31 représente les colonnes ectoplacentaires, avec ces arcades limitantes, au stade où ces colonnes sont le plus nettement caractérisées. C'est un fragment d'ectoplacenta à l'âge de onze jours et demi (exactement onze jours et quinze à dix-neuf heures); à la partie inférieure de la figure est la lame fibro-cutanée qui double l'ectoplacenta, et qui, par sa surface lisse inférieure, forme la paroi du cœlome externe, tandis que, par sa face supérieure, elle émet les prolongements mésodermiques vasculaires qui entrent dans l'ectoplacenta, et le divisent en

colonnes, ou futurs lobes : nous pourrons donc désormais désigner ces parties mésodermiques vasculaires sous les noms de *cloisons intercolonnaires* ou *interlobaires* et de *vaisseaux interlobaires.* A la partie supérieure de la figure est le tissu maternel des cellules vésiculeuses intermédiaires. Des arcades limitantes ectoplacentaires (en *li*), déjà bien dessinées, séparent ce tissu maternel d'avec le mésoderme fœtal, c'est-à-dire d'avec les parties profondes des cloisons intercolonnaires.

Les colonnes ectoplacentaires sont ici bien caractérisées; dans l'axe de chacune d'elles les lacunes sangui-maternelles se sont fusionnées en une large cavité centrale, la *lacune* ou *conduit colonnaire sangui-maternelle.* Ces conduits présentent des dilatations irrégulières, mais sont particulièrement larges à leurs deux extrémités; l'une, inférieure sur la figure, et que nous nommerons provisoirement *extrémité fœtale* ou *dilatation fœtale*, parce qu'elle est plus rapprochée de l'embryon, l'autre, supérieure sur la figure, et qui sera dite *extrémité* ou *dilatation maternelle*, parce qu'elle est plus rapprochée des sources du sang maternel.

Les parois des colonnes ectoplacentaires ont la constitution déjà longuement étudiée de l'ectoplacenta, c'est-à-dire qu'elles présentent une couche cellulaire et une couche plasmodiale. En effet, la partie de ces parois qui touche directement au mésoderme des cloisons intercolonnaires est encore assez nettement formée de cellules ectodermiques distinctes, c'est-à-dire qu'on y voit la limite ou ligne de séparation de chaque cellule; c'est la couche cellulaire; au contraire la partie de ces parois qui est du côté du sang maternel, qui forme la limite des lacunes colonnaires sangui-maternelles, est constituée par une masse protoplasmique semée de nombreux noyaux, mais sans aucune trace de lignes de séparation indiquant des cellules à chacune desquelles appartiendrait un noyau; c'est la couche plasmodiale. Mais, il faut le dire, cette distinction entre une couche plasmodiale et une couche cellulaire tend à disparaître, par disparition de la seconde couche, de sorte que, dans les stades ultérieurs, il ne restera, comme élément ectoplacentaire, que des formations plasmodiales. Dans la figure 25 de la planche II (c'est-à-dire à neuf jours et demi), la couche cellulaire est formée de trois et même de quatre couches de cellules bien circonscrites; dans la figure 30 (à l'âge de onze jours), elle n'est plus que de deux couches; enfin dans la présente figure 31,

quoique le dessin n'en soit fait qu'à un grossissement relativement faible (75 fois), on peut cependant distinguer qu'elle n'est plus que d'une seule couche, et encore, par places, par exemple vers quelques-unes des extrémités fœtales des canaux ou lacunes sanguimaternelles, la voit-on disparaître, de sorte qu'alors la paroi ectoplacentaire de ces lacunes est entièrement plasmodiale. Dans le chapitre d'*historique et critique sur la période de formation de l'ectoplacenta* nous avions déjà fait pressentir ce fait : nous avions indiqué que Masius le signale (page 29 de son mémoire) et nous avions ainsi expliqué pourquoi, considérant comme peu essentielle la distinction en deux couches, nous n'avions pas adopté la nomenclature de plasmodiblaste et de cytoblaste employée par van Beneden.

Telle qu'elle est donnée par la figure 31, à l'âge de onze jours et demi, la constitution de l'ectoplacenta nous représente un véritable schéma de la formation placentaire, telle que nous la fait concevoir l'ensemble de nos recherches chez les rongeurs. Nous y voyons disposés parallèlement, sous forme de colonnes et cloisons juxtaposées, des conduits contenant les uns du sang fœtal, les autres du sang maternel. Les premiers sont des vaisseaux sanguins ordinaires plongés dans une gangue de tissu conjonctif (mésoderme); les seconds sont des canaux d'une nature bien singulière, sans analogue dans tout ce que nous connaissons jusqu'à présent en histologie, car ils sont formés par des cellules épithéliales (ectodermiques). Les deux sangs, le maternel et le fœtal, sont ainsi en présence l'un de l'autre et peuvent déjà entrer en commerce d'échanges. Mais, dans un organe ainsi constitué, les conditions ne sont pas encore très favorables pour ces échanges, puisque ceux-ci doivent se faire à travers les couches successives représentées par l'endothélium des capillaires fœtaux, par le mésoderme qui les enveloppe, et enfin par la paroi épithéliale ectodermique des canaux contenant le sang maternel. C'est pourquoi ces dispositions vont se simplifier de plus en plus. — D'abord les colonnes ectoplacentaires vont se diviser en tubes et ceux-ci en canalicules, de sorte que le sang maternel circulera dans des canaux de plus en plus étroits et à parois épithéliales de plus en plus minces; en même temps, les capillaires fœtaux viendront directement au contact de ces parois épithéliales sans interposition d'éléments mésodermiques. Ces transformations, que nous allons étudier sous les noms, déjà signalés, de *passage des*

colonnes ectoplacentaires à l'état de complexus tubulaires, et de *division des tubes en canalicules* et *formation des complexus canaliculaires* (ou lobules définitifs), représenteront les deux dernières phases du *processus de remaniement du placenta*, dont nous venons de voir la première phase (formation des colonnes ectoplacentaires). — Ensuite les conditions d'échange entre les deux sangs deviendront de plus en plus faciles : il y aura, en effet, résorption rapide de tous les éléments ectodermiques (ectoplacentaires) formant paroi au sang maternel. Dès lors, ce sang sera répandu purement et simplement entre les capillaires fœtaux, qui plongeront au milieu de lui, et une paroi endothéliale séparera seule les deux sangs. Ces transformations constitueront ce que nous avons dès le début annoncé sous le nom de *période d'achèvement du placenta*. Son analyse sera accompagnée et suivie d'une étude sur les processus histologiques qui préparent et effectuent le détachement du placenta, c'est-à-dire la parturition.

b. Passage des colonnes ectoplacentaires (lobes colonnaires) à l'état de complexus tubulaire.

Pendant ce stade, qui comprend les douzième, treizième et quatorzième jours, nous avons à analyser, comme dans les stades précédents, ce qui se produit d'une part dans la formation ectoplacentaire et d'autre part dans les cotylédons utérins, la muqueuse utérine et l'hémisphère non embryonné de l'œuf. Nous commencerons par ce qui concerne l'ectoplacenta.

1° *Ectoplacenta.* — Déjà à onze jours et demi, à la fin du stade précédent, les colonnes ectoplacentaires commencent à présenter certaines irrégularités dans leurs contours. On voit (en 1, 1, 1, fig. 31) que, par places, le tissu mésodermique intercolonnaire tend à refouler devant lui les couches du tissu ectoplacentaire, et qu'il mord sur les colonnes ectoplacentaires comme pour les entamer et les segmenter. Parallèlement à ce travail commençant sur la surface externe des colonnes ectoplacentaires, on voit à leur intérieur se produire des poussées du tissu plasmodial qui tend à former des bourgeons pénétrant dans les lacunes colonnaires sangui-maternelles, comme pour les diviser (en 2, 2, 2, fig. 31). Ce mouvement, tel qu'il se manifeste au début, n'est pas facilement appréciable sur des coupes longitudinales des colonnes ectoplacentaires, parce que ces

divers ordres de poussées centripètes se produisent parallèlement à ces colonnes; il se constate mieux lorsqu'une colonne a été coupée perpendiculairement ou tout au moins obliquemant à son axe, comme on le voit dans la partie inférieure droite de la figure 31. Mais les coupes parallèles ou obliques deviennent bien démonstratives dès que ce processus est un peu plus accentué, comme à l'âge de douze jours. C'est ce qu'on voit sur la figure 32. Sur cette figure (placenta de douze jours, grossi de 115 fois), la région verticale comprise entre les lettres B et C correspond à une seule colonne ectoplacentaire coupée parallèlement à son axe. On voit que cette colonne, demeurée à peu près simple au niveau des deux extrémités de sa lacune sangui-maternelle centrale, c'est-à-dire au niveau de la dilatation fœtale (D F) et de la dilatation maternelle (D M) de cette lacune colonnaire, n'est plus simple dans sa partie moyenne ou intermédiaire, mais bien divisée en une série de tubes assez irréguliers allant plus ou moins complètement d'une dilatation à l'autre. Dans l'intervalle de ces tubes ectoplacentaires se trouve du tissu mésodermique vasculaire. — La manière dont s'est produite cette subdivision de la colonne est facile à comprendre par l'examen de la partie gauche de la figure, entre les parties désignées par les lettres A, B, D. Ici, en effet, nous sommes en présence de colonnes ectoplacentaires coupées perpendiculairement ou obliquement, et sur lesquelles le processus de subdivision en tubes est encore peu avancé. On peut donc y assister à la marche des lames mésodermiques vasculaires émanées des cloisons mésodermiques intercolonnaires, voir ces lames pénétrer la masse de la colonne et la diviser en segments; cette division en segments est préparée et hâtée par les nombreuses végétations plasmodiales des parois ectoplacentaires, végétations qui, parties de parois opposées, tendent à se rejoindre et divisent ainsi en segments la cavité primitive de la lacune colonnaire sangui-maternelle. L'achèvement de cette segmentation n'est autre chose que la formation des tubes tels qu'ils apparaissent, en vue longitudinale, sur la moitié droite de cette figure 32.

A ce moment (douzième jour) les tubes, en lesquels se décompose chaque colonne ectoplacentaire, sont irréguliers à l'extérieur comme à l'intérieur; leur trajet n'est pas facile à saisir; leur direction est mal indiquée, leur individualité peu accentuée. C'est que le travail de division n'est pas achevé : à peine constitué, chaque tube ectoplacentaire est le siège d'un nouveau remaniement qui le divise

longitudinalement en plusieurs pièces, comme avait été précédemment divisée la colonne ectoplacentaire dont il dérive. Mais cependant déjà à ce moment on saisit bien la nature générale du processus et on constate qu'elle justifie la dénomination que nous lui avons donnée, de passage de chaque colonne ectoplacentaire à l'état de complexus tubulaire.

Pour voir ce complexus tubulaire à son état d'achèvement il faut l'examiner à l'âge de treize jours. La figure 33 représente cet état, à un grossissement d'environ 210 fois. — On y voit, en D F, ce que nous avons appelé une dilatation fœtale d'une colonne ectoplacentaire (comparer avec les figures 31 et 32). De cette dilatation part non plus une colonne ectoplacentaire creusée d'une large lacune colonnaire sangui-maternelle (comme dans la figure 31), mais bien une série de tubes ectoplacentaires, c'est-à-dire de tubes formés par la substance plasmodiale de l'ectoplacenta (nous reviendrons dans un instant sur cette couche plasmodiale), tubes qui montent plus ou moins irrégulièrement, s'anastomosant et se subdivisant parfois, mais cependant assez rarement, pour aller rejoindre la dilatation demeurée à l'autre extrémité de la colonne ectoplacentaire dont ils dérivent, c'est-à-dire la dilatation maternelle. Dans cette figure nous n'avons pas représenté l'arrivée des tubes jusqu'à cette dilatation; on a figuré seulement la première partie de leur trajet; mais sur la pièce d'ensemble, représentée dans la figure 35 de la planche IV, on pourra constater cette disposition. — D'autre part, sur une autre partie de cette figure 33 (en bas, à gauche), on voit quelques tubes, appartenant à un autre complexus tubulaire, coupés perpendiculairement à leur axe : ces derniers ne sont pas tous arrivés à leur période d'achèvement, c'est-à-dire que d'après les dispositions du mésoderme vasculaire qui les entoure, et de la substance plasmodiale qui les constitue, on constate qu'ils sont encore en voie de multiplication, de division longitudinale.

C'est d'après le complexus tubulaire représenté dans cette figure 33 que nous pouvons faire l'étude histologique des parties qui le constituent. Il nous faut, en effet, bien préciser, dans le but de préparer l'étude de certains contrastes entre l'état actuel et les états ultérieurs, d'une part l'état de la paroi plasmodiale des tubes, et d'autre part l'état du mésoderme vasculaire qui leur est interposé.

Les parois de ces tubes sont formées, non par des cellules pro-

prement dites, mais par une lame de protoplasma semée de noyaux. Il ne peut donc plus être question de couche cellulaire et de couche plasmodiale; désormais la formation ectoplacentaire est toute entière plasmodiale; seulement cette édification plasmodiale ne se présente plus, comme au début (par exemple pl. II, fig. 21, âge de neuf jours), sous forme de masses épaisses et irrégulières, mais bien sous celle de tubes creux assez régulièrement ordonnés les uns par rapport aux autres, et par rapport aux dilatations ou cavités communes auxquelles ils aboutissent par chacune de leurs extrémités. De plus cette paroi tubulaire plasmodiale a, par le fait de son épaisseur régulière (fig. 33) et de la disposition de ses noyaux, la valeur morphologique d'une couche épithéliale simple, à un seul rang de cellules; c'est-à-dire qu'il suffirait de tracer par la pensée, entre chaque noyau, une ligne de séparation cellulaire, pour réaliser un épithélium simple à une seule couche de cellules cubiques. Ce n'est que dans les dilatations dites fœtales (fig. 33, D F) et maternelles que la formation plasmodiale présente par places des épaississements renfermant des groupes de noyaux irrégulièrement disposés.

Le mésoderme interposé est partout de même nature; il se compose de vaisseaux, de cellules mésodermiques étoilées, et d'une substance amorphe. En disant qu'il est partout de même nature, nous voulons dire que, aussi bien dans les cloisons qui séparent deux complexus tubulaires (cloisons dites précédemment intercolonnaires, maintenant cloisons interlobaires; 2, fig. 33), que dans les cloisons plus minces qui séparent les uns des autres les tubes d'un même complexus ou lobe, les vaisseaux sont accompagnés de cellules mésodermiques. Les cloisons interlobaires renferment des vaisseaux plus gros, accompagnés de nombreuses cellules étoilées; les tractus mésodermiques intertubulaires n'ont que des vaisseaux étroits, des capillaires, et parfois seulement quèlques rares cellules adjacentes; mais, nous le répétons, ces cellules étoilées mésodermiques se retrouvent partout. Ce fait est essentiel à noter : il est, à part les questions de dimension et de rapports, l'un des caractères distinctifs des complexus tubulaires ou lobes, formation transitoire que nous étudions en ce moment, et des complexus canaliculaires ou lobules, formation définitive ou terminale que nous étudierons bientôt : en effet dans l'interstice des canalicules de ces lobules, nous ne trouverons que des capillaires, sans trace de cellules méso-

dermiques adjacentes, de sorte qu'alors, à l'inverse de ce que nous venons de voir en comparant les cloisons interlobaires et intertubulaires, qui possèdent toutes les mêmes éléments, nous trouverons une grande différence entre les cloisons interlobulaires et les cloisons intercanaliculaires, les premières étant formées de vaisseaux et de cellules mésodermiques, les secondes n'étant représentées que par des capillaires.

Pour terminer l'étude de l'ectoplacenta au stade de complexus tubulaire, il nous faut encore examiner l'aspect qu'il présente dans une coupe d'ensemble. — Les dernières coupes d'ensemble que nous ayons examinées (figures 26 et 29, pl. III) se rapportaient au commencement de la formation du stade colonnaire : l'ectoplacenta y était encore sous l'aspect d'une lame continue, parsemé de lacunes sangui-maternelles irrégulièrement disposées. Par le passage à l'état colonnaire et puis à l'état de complexus tubulaire ou lobes, cette lame primitive se trouve divisée, perpendiculairement à ses faces, en une série de segments, qui, sur la coupe, se montrent disposés parallèlement les uns à côté des autres, allant de la face fœtale à la face maternelle de l'ectoplacenta. — La figure 34 (pl. IV), qui représente une coupe totale du renflement utérin, à un très faible grossisement (3 fois 1/2), nous donne déjà une idée de cette disposition et de l'aspect qui en résulte. Mais ces dispositions générales sont plus évidentes sur la figure 35, qui reproduit, à un grossissement de 25 à 30 fois, une portion de la partie marginale externe d'un ectoplacenta du même âge (12 jours ; — la partie désignée par le chiffre 35 dans la figure 34). Ici les lobes ou complexus tubulaires apparaissent nettement au nombre de 9 environ, coupés dans toute leur étendue longitudinale, plus deux ou trois dont une partie seulement a été comprise dans la coupe. Les cloisons mésodermiques qui séparent ces complexus tubulaires sont très distinctes, plus distinctes que ne le feraient supposer les deux cloisons de ce genre reproduites dans la figure 33 (pl. III). C'est que pour cette figure 33 on a choisi un complexus tubulaire peu volumineux, très simple, et par suite circonscrit par d'assez minces cloisons, comme le serait par exemple le lobe désigné par le chiffre 33 sur la figure 35. Quoi qu'il en soit, on peut suivre ces cloisons interlobaires jusqu'au niveau de la lame limitante ectoplacentaire et constater qu'alors, c'est-à-dire au niveau des dilatations ou confluents maternels des complexus tubulaires, ces cloisons mésoder-

miques fœtales sont séparées du tissu maternel (cellules vésiculeuses intermédiaires), par d'étroites arcades limitantes appartenant à la formation ectoplacentaire. — Enfin, ajoutons que dès ce moment on constate une différence dans les dimensons des cavités sangui-maternelles placées à chaque extrémité des complexus tubulaires, et qui, dites précédemment dilatations fœtales et maternelles des lacunes colonnaires, représentent maintenant des *confluents* pour les tubes de chaque complexus tubulaire : les *confluents fœtaux*, c'est-à-dire les plus rapprochés de la face fœtale du placenta, restent largement dilatés; les *confluents maternels*, c'est-à-dire les plus rapprochés de la face maternelle du placenta, se rétrécissent en se subdivisant. Nous aurons à tenir compte de cette disposition lorsque les voies de circulation sangui-maternelle dans les lacunes canaliculaires des lobules de l'ectoplacenta seront régulièrement constituées et nous permettront de reconnaître les voies afférentes et les voies efférentes de chaque lobule.

Ce stade, où l'ectoplacenta est formé par des lobes à l'état de complexus tubulaire, achevé vers la fin du treizième jour, persiste sans modification sensible pendant le quatorzième jour et une partie du quinzième. Alors (14 jours 1/2) commence un nouveau travail (fig. 41 et suivantes) qui sera, pour les tubes du complexus, ce qu'avait été le travail précédent pour les colonnes ectoplacentaires, c'est-à-dire que, de même que ces colonnes avaient été divisées en tubes et transformées chacune en un complexus tubulaire ou lobe, de même chaque tube sera subdivisé en canalicules et transformé en un complexus canaliculaire ou lobule. Mais avant d'étudier ce processus qui est le troisième et dernier stade de la période de remaniement de l'ectoplacenta, nous devons examiner comment se sont comportées, pendant le stade actuel, les formations maternelles et les formations fœtales autres que l'ectoplacenta.

2° Du côté des formations maternelles (cotylédons, muqueuse utérine), rien de particulier à signaler : les formations, dont nous avons vu le point de départ dans le stade précédent, se sont de mieux en mieux caractérisées; tel est le cas des sinus utérins cotylédonaires avec leur épaisse paroi de cellules vésiculeuses vaso-adventices (voy. figures 34, 36, 38); tel est le cas de la région intermédiaire des cotylédons avec son tissu de cellules vésiculeuses intermédiaires dans lequel sont creusés les vaisseaux qui apportent le sang maternel aux lobes ectoplacentaires : ces vaisseaux de la région inter-

médiaire sont tapissés par une belle couche plasmodiale endovasculaire, sur laquelle nous ne sommes pas revenus à propos de l'ectoplacenta dont elle émane, parce que la figure 32 par exemple est assez explicite à cet égard. Cette couche plasmodiale endovasculaire commence déjà à passer, des vaisseaux de la région intermédiaire des cotylédons, jusque dans les sinus utérins à épaisses parois de cellules vésiculeuses vaso-adventices; mais nous remettrons l'étude de ce phénomène à un stade ultérieur où il est plus caractérisé. Du côté de la cavité utérine opposée aux cotylédons (côté non mésométrique) l'épithélium dégénéré qui recouvre les saillies (fig. 28, pl. III) commence à disparaître et à être remplacé par l'épithélium qui tapisse les cavités interposées aux saillies. L'étude de toutes ces parties gagnera à n'être faite que dans le stade prochain.

Nous devons donc concentrer toute notre attention sur les formations embryonnaires autres que l'ectoplacenta, c'est-à-dire sur l'allantoïde et sur les parois de la vésicule ombilicale (hémisphère non embryonné et hémisphère supérieur ou embryonné de l'œuf).

Jusqu'à présent l'allantoïde s'est présentée comme une masse de tissu mésodermique sans cavité (voy. fig. 23, pl. II; et fig. 29, pl. III); sur la figure 34 (pl. IV), c'est-à-dire à treize jours, elle se présente encore de même. Ce n'est qu'à treize jours et demi que, sur la série des coupes, nous en trouvons qui présentent une cavité allantoïdienne (fig. 36, en CAL). Nous avons déjà dit que tout ce qui est relatif aux particularités de développement de l'allantoïde chez le lapin serait l'objet d'un mémoire spécial, car l'exposé de ces questions nous entraînerait trop loin actuellement. Contentons-nous donc de constater à 13 jours et demi l'existence d'une cavité de l'allantoïde, cavité qui prendra bien vite un très grand développement (fig. 38, quatorze jours) et deviendra très considérable (fig. 44, pl. V). En même temps qu'apparaissait une cavité, le tissu mésodermique et les vaisseaux de l'allantoïde se développaient, ou, pour mieux dire, s'étendaient considérablement sur les formations qu'elle avait commencé à revêtir et pénétrer. C'est ainsi qu'après avoir doublé toute la face fœtale de l'ectoplacenta (fig. 30, âge de onze jours), ce tissu mésodermique dépasse les limites externes de l'ectoplacenta (en 35, fig. 34) et s'étend sur la portion de paroi blastodermique faisant suite à cet ectoplacenta.

Cette portion de l'hémisphère supérieur de l'œuf va de la sorte

devenir le siège de formations spéciales, qui peuvent avoir une importance considérable en embryologie comparée, et c'est pourquoi cette portion, pour la commodité des descriptions, doit recevoir un nom : cette région est celle qui s'étend du bord de l'ectoplacenta au sinus terminal (voy. fig. 26, pl. III) ; à l'âge de dix jours, elle était constituée par tous les feuillets de blastoderme, c'est-à-dire par l'ectoderme doublé de son feuillet fibro-cutané, et par l'entoderme doublé de son feuillet fibro-intestinal ; la figure 27, planche III, a donné les détails de cette constitution. Mais dès l'âge de treize jours (fig. 34, pl. IV) la cavité pleuro-péritonéale (ou cœlome externe) s'étant largement étendue et dilatée dans cette région (comparer les figures 34 et 26) et l'entoderme avec son feuillet fibro-intestinal s'étant éloigné du feuillet fibro-cutané et de l'ectoderme, par le fait d'une invagination spéciale de l'hémisphère supérieur de la vésicule ombilicale dans l'hémisphère inférieur, invagination qui est l'une des particularités les plus intéressantes de l'œuf du lapin, et que nous allons bientôt étudier tout au long, il en résulte que la portion en question, s'étendant du bord de l'ectoplacenta au sinus terminal, est réduite à l'ectoderme doublé de son feuillet fibro-cutané. Or l'étude ultérieure de cette portion de l'hémisphère supérieur de l'œuf nous montrera qu'elle arrive à former le seul lien qui rattache, qui suspende la vésicule ombilicale au placenta. Nous l'appelons donc la *zone inter-ombilico-placentaire*. Cette zone inter-ombilico-placentaire est représentée dans la figure 34 par la partie qui s'étend de ST à 35 ; c'est elle qui est reprise à un plus fort grossissement dans la figure 35, où elle s'étend de 1 à 2 ; de même de 1 à 2 dans la figure 36, puis, à un plus fort grossissement, dans la figure 37. On voit que toujours elle va du bord périphérique de l'ectoplacenta au sinus terminal, et que ses parties constituantes primitives sont l'ectoderme et la lame fibro-cutanée.

Nous pouvons donc revenir à la description de l'extension du tissu mésodermique allantoïdien à ce niveau : nous l'avons précisément laissé au moment où, dépassant le bord externe de la face fœtale de l'ectoplacenta, il arrivait vers une portion du blastoderme à laquelle il s'est agi alors de donner un nom, et que nous avons nommée la zone inter-ombilico-placentaire. La figure 35 nous montre le tissu mésodermique allantoïdien descendant tapisser la face interne de cette zone et se confondant avec les éléments de sa

lame fibro-cutanée. Sur cette figure, on voit la moitié inférieure de la zone inter-ombilico-placentaire (de 3 en 2) encore réduite à ses parties constituantes primitives; la moitié supérieure, au contraire (de 1 en 3), beaucoup plus épaisse, doit sa puissance à l'épaisse couche de mésoderme allantoïdien qui est venue renforcer la lame fibro-cutanée, en descendant depuis les bords de l'ectoplacenta, et en se fusionnant graduellement avec cette lame. Si nous passons à la figure 36 (treize jours et demi), ou mieux à la figure 37 (qui représente à un plus fort grossissement les mêmes parties embryonnaires que la figure 36), nous voyons que la zone inter-ombilico-placentaire est renforcée par le mésoderme allantoïdien non plus seulement dans sa moitié supérieure, mais bien dans plus des 4/5 de son étendue; et enfin avec la figure 38 (âgé de quatorze jours) nous voyons qu'elle est renforcée dans toute son étendue, c'est-à-dire que le mésoderme allantoïdien est arrivé à atteindre la région du sinus terminal (ST). Il ne s'étend pas plus loin.

En ce moment (fin du quatorzième jour), c'est-à-dire à la fin du stade où l'ectoplacenta est à l'état de complexus tubulaires, la zone inter-ombilico-placentaire est donc composée d'une lame ectodermique (nous allons en examiner dans un instant les particularités), et d'une épaisse couche mésodermique. Cette couche s'épaissira encore plus dans les stades ultérieurs, toujours par le fait de l'abondance des parties fournies par l'allantoïde, et subira des transformations intéressantes. Mais pour le moment un fait particulier de sa constitutiou mérite notre attention. Cette couche, outre la mince lame fibro-cutanée, est formée essentiellement de tissu mésodermique de l'allantoïde, c'est-à-dire qu'elle renferme des vaisseaux : or elle va depuis l'ectoplacenta juqu'au sinus terminal : à ce niveau ses vaisseaux s'anastomosent avec le sinus terminal, c'est-à-dire avec la circulation de la vésicule ombilicale; d'autre part, à l'autre extrémité de la zone, au niveau du bord externe de l'ectoplacenta, ces mêmes vaisseaux viennent de ceux qui pénètrent dans le placenta; ils font partie de l'appareil circulatoire placentaire. Ainsi s'établit cette disposition singulière, classiquement connue, mais sur l'histoire de laquelle nous aurons à revenir, à savoir que, dans l'œuf du lapin, il y a des anastomoses entre la circulation du placenta (vaisseaux allantoïdiens) et la circulation de la vésicule ombilicale. Ces anastomoses sont établies, nous venons de le voir, par les vaisseaux de la zone inter-ombilico-placentaire.

C'était donc là une nouvelle raison pour donner, comme nous l'avons fait, ce nom à cette zone, puisque, outre les raisons déjà exposées, il se trouve que cette zone contient des *anastomoses inter-ombilico-placentaires.*

Il nous reste à étudier la partie ectodermique de cette zone inter-ombilico-placentaire. Comme nous l'a montré précédemment la figure 27 (pl. III), cette région de l'ectoderme était au début (dix jours) formée d'une seule couche de cellules épithéliales; mais elle montrait déjà une tendance à la multiplication des couches et à la formation de légères saillies villeuse (en VL, VL, fig. 27); de la fin du dixième jour à la fin du treizième, ces villosités se sont accrues et cet ectoderme se montre alors tel qu'il est représenté dans la figure 35 (pl. IV), c'est-à-dire formé de plusieurs rangs de cellules épithéliales, ces cellules étant surtout nombreuses de places en places, pour former, par leur superposition, des villosités pleines, c'est-à-dire uniquement épithéliales. On voit qu'à treize jours et demi il en est de même, comme le montre la figure 37, quoique dessinée à un grossissement peu considérable. Enfin, à l'âge de quatorze jours, nous retrouvons les mêmes dispositions morphologiques, mais avec des modifications histologiques que nous allons étudier sur la figure 39. Cette figure représente, à un grossissement d'environ 200 fois, la région ST (sinus terminal) de la figure 38, c'est-à-dire d'une part l'extrémité inférieure de la zone inter-ombilico-placentaire et d'autre part (au-dessous de B) le commencement de l'hémisphère inférieur de l'œuf, avec la vésicule ombilicale invaginée, comme il sera dit plus loin. Nous y voyons, sur la partie inférieure de la zone inter-ombilico-placentaire (de A en B, figure 39), que les masses de cellules formant ces courtes villosités ectodermiques se fusionnent par places en une masse plasmodiale irrégulièrement semée de groupes de noyaux (en VL, VL, fig. 39); au contraire les couches profondes sont demeurées à l'état de cellules bien distinctes. Cette transformation des couches ectodermiques superficielles en complexus plasmodial, nous l'avons vue se produire dans la lame ectoplacentaire, et puis nous l'avons constatée dans l'ectoderme de l'hémisphère inférieur de l'œuf (fig. 28, pl. III); nous la voyons maintenant dans l'ectoderme de la zone inter-ombilico-placentaire. On peut donc dire qu'elle se produit, à des époques plus ou moins précoces, dans tout l'ectoderme de la sphère blastodermique du lapin; mais, dans les diverses régions

elle a abouti à des résultats bien différents : dans la région des lames ectoplacentaires, elle continue à évoluer sur une grande échelle, et donne naissance à l'édification complète de l'ectoplacenta; dans les autres régions, elle n'apparaît que pour faire place presque aussitôt à un processus d'atrophie, de dégénérescence et de résorption : c'est ce que nous verrons ultérieurement pour l'ectoderme de la zone inter-ombilico-placentaire; c'est ce que nous avons déjà vu commencer pour l'ectoderme de l'hémisphère inférieur de l'œuf.

Nous devons en effet passer maintenant à l'étude des parois de cet *hémisphère inférieur* ou *non embryonné*. Quelques mots suffiront pour caractériser l'état dans lequel il se trouve. Au dixième jour, nous avons vu que l'ectoderme et l'entoderme de cette région étaient amincis, irréguliers (fig. 28), dans un état de complet arrêt de développement. Du dixième au quatorzième jour, ces feuillets, qui paraissent cesser de se nourrir, se disloquent et se déchirent, ne laissant à leur place qu'une série de débris irréguliers. Nous étudierons l'aspect de ces débris à un fort grossissement à une période plus avancée (voy. fig. 46, pl. V). Pour le moment il nous suffira de constater comment se présente leur ensemble à un grossissement très faible. A l'âge de dix jours, l'ensemble des feuillets de l'hémisphère inférieur se présentait, à un faible grossissement, sur une pièce d'ensemble, sous la forme d'une ligne mince, mais nette, courant régulièrement au voisinage immédiat de la muqueuse utérine correspondante (voy. fig. 26, pl. III). Dès l'âge de treize jours (fig. 34), puis treize jours 1/2 (fig 36) et enfin de 14 jours (fig. 38), cette ligne est remplacée (HI, sur ces trois figures) par une traînée irrégulière de substance peu colorée par les réactifs. Cet aspect traduit l'état d'atrophie et de résorption des parois (ectoderme et entoderme) de l'hémisphère inférieur de l'œuf. Mais cette atrophie et dislocation des feuillets n'a cependant pas lieu sur la zone immédiatement voisine du sinus terminal; ici les éléments des feuillets restent bien conservés (figures 35 et 39, en HI), l'ectoderme avec une ou deux couches de cellules, l'entoderme avec sa couche unique de cellules aplaties, d'apparence fusiforme sur la coupe (in, fig. 39). Sur cette dernière figure on voit les formes de transition entre l'entoderme de l'hémisphère inférieur (in) et celui de l'hémisphère supérieur invaginé (IN).

Nous avons déjà, à plusieurs reprises, fait allusion à cette *inva-*

gination de l'hémisphère supérieur de la vésicule ombilicale dans son hémisphère inférieur. Il s'agit maintenant, pour terminer cet examen des transformations des annexes fœtales du douzième à la fin du quatorzième jour (stade de la formation des complexus tubulaires du placenta), il s'agit d'étudier complètement ce singulier changement de forme de la vésicule ombilicale, transformation d'autant plus importante qu'elle sera un des éléments essentiels pour établir les analogies entre l'œuf de la lapine et l'œuf des autres rongeurs dits à inversion blastodermique.

Pour comprendre ce phénomène, il nous faut revenir à l'œuf âgé de dix jours seulement, tel que nous le montre, dans une coupe d'ensemble, la figure 26 (pl. III). Nous y voyons que le cœlome externe, ou cavité pleuro-péritonéale des annexes, est déjà fortement élargi; il contient le corps de l'embryon, entouré de son amnios, comme on peut le voir sur la figure 29, qui n'est autre chose qu'une partie de la figure 26 reprise à un plus fort grossissement [1]. Or ce cœlome externe va subir une dilatation de plus en plus grande, et c'est un fait classique que chez les rongeurs il se forme une cavité cœlomatique externe ou interannexielle persistante [2]. Mais comme ce cœlome externe ne s'étend que jusqu'au niveau de la région du sinus terminal (voyez la figure 27 et tout ce qui a été dit précédemment de cette figure), la dilatation du cœlome ne peut se faire qu'en repoussant vers l'hémisphère inférieur de l'œuf tout l'hémisphère supérieur de la vésicule ombilicale. L'intelligence de ce phénomène sera facile par l'inspection des séries de figures d'ensemble (fig. 26, pl. III; figures 34, 36, 38, pl. IV) que nous avons multipliées à cet effet.

La figure 26 nous montre que, des deux parois du cœlome (PP), l'une, la supérieure, formée par l'ensemble des deux ectoplacentas (éléments ectodermiques et feuillet fibro-cutané) et par suite adhé-

1. Dans chacune de ces deux figures (26 et 29) on voit deux fois la coupe du corps de l'embryon; c'est que, aussitôt après l'apparition de l'allantoïde (voy. fig. 23, planche II), toute la partie postérieure du corps de l'embryon se tord fortement sur son axe, en s'enroulant d'une manière spiroïde; c'est pourquoi toutes les coupes faites perpendiculairement à l'ensemble de l'embryon présentent au moins deux fois la section de son corps. Pour la figure 29, nous avons choisi une préparation sur laquelle, de ces deux coupes, l'une (E) montre les connexions de l'embryon avec la vésicule ombilicale (HS, hémisphère supérieur de cette vésicule), et l'autre (*e*) les connexions allantoïdiennes de l'embryon avec le placenta. L'amnios à cette époque est encore peu étendu, étroitement appliqué sur l'embryon, ce qui fait que, sur la figure 29, chacune des coupes de l'embryon semble avoir son revêtement amniotique indépendant.

2. Voy. A. Dastre, *L'allantoïde et le chorion chez les mammifères*, Paris, 1876.

rente aux cotylédons, est fixée et ne peut se déplacer; l'inférieure au contraire (HS), formée par le feuillet fibro-intestinal et l'entoderme de l'hémisphère supérieur de la vésicule ombilicale, n'a de fixé que sa périphérie, au niveau du sinus terminal (ST), et rien ne l'empêchera par exemple de se déprimer vers l'intérieur, vers le centre de la vésicule ombilicale (de haut en bas dans les figures), d'autant que le contenu de la vésicule ombilicale est graduellement résorbé par les progrès du développement. Or comme le corps de l'embryon augmente rapidement de volume, que le cœlome se dilate en conséquence, ce déplacement de la paroi inférieure du cœlome (hémisphère supérieur de la vésicule ombilicale) se produit nécessairement. Dans la figure 34 (13 jours), cet hémisphère supérieur de la vésicule ombilicale n'est plus convexe vers le haut (comparer avec la fig. 26, pl. III), mais s'étend horizontalement, comme un diaphragme, allant, sur la coupe, du sinus terminal figuré à gauche (ST), au sinus terminal figuré à droite (voy. dans la figure 35 une portion de ce diaphragme (HS), celle qui est attenante au sinus terminal ST). Dans la figure 36 (13 jours 1/2), ce diaphragme devient convexe vers le bas, c'est-à-dire que l'hémisphère supérieur de la vésicule ombilicale commence à s'invaginer dans cette vésicule, tout à fait selon le processus de la comparaison classique du bonnet de coton dont on refoule une moitié dans l'autre. La figure 37 donne les détails de structure de cette partie refoulée (feuillet fibro-intestinal, entoderme, nombreux et larges vaisseaux de la circulation omphalo-mésentérique). Enfin la figure 38 (14 jours) nous montre l'invagination très avancée et presque achevée.

A ce moment, la vésicule ombilicale n'est plus représentée par une vésicule sphérique, mais bien par une poche en forme de cloche; sur une coupe, cette cavité est semilunaire (fig. 38) : la paroi convexe de cette cloche est tournée vers la partie non mésométrique de l'utérus (HI, fig. 38) et est formée par les restes atrophiés de l'entoderme et de l'ectoderme de l'hémisphère inférieur de la vésicule ombilicale; c'est une paroi actuellement morcelée en lambeaux et qui va disparaître. La paroi concave (HS) de cette cloche tourne sa concavité vers l'embryon qu'elle coiffe et vers le cœlome qu'elle limite; elle est, contrairement à la paroi opposée, formée d'éléments anatomiques en pleine vie, en plein fonctionnement. Ces éléments sont représentés dans la figure 39 (partie inférieure, de B en IN); ce sont en allant de la cavité de la vésicule ombilicale vers le cœlome : —

1° l'entoderme, ou épithélium de la vésicule ombilicale (IN) formé ici de grandes et longues cellules cylindriques (comparer avec les cellules entodermiques de la paroi opposée en *in*, fig. 39.); — 2° les vaisseaux omphalo-mésentériques disposés dans le tissu mésodermique du feuillet fibro-intestinal de la vésicule ombilicale. Parmi les vaisseaux ici figurés, il en est un (ST), plus large, qui n'est autre chose que le sinus terminal. On voit donc, sans qu'il soit nécessaire d'y insister, car cela résulte des diverses descriptions antérieures, que des deux hémisphères de la vésicule ombiliale, un seul est vasculaire, le supérieur, celui qui s'invagine dans l'autre en voie d'atrophie. A propos du sinus terminal (ST), faisons remarquer que dans son voisinage (en VA) se trouve ici figuré un vaisseau qui n'appartient pas à la vésicule ombilicale; il appartient à la zone dite inter-ombilico-placentaire, c'est-à-dire à la circulation allantoïdienne : en un mot il représente, ainsi que nous l'avons exposé précédemment, les anastomoses entre la circulation de la vésicule ombilicale et celle du placenta.

Pour en revenir aux vaisseaux propres de l'hémisphère invaginé de la vésicule ombilicale, notons qu'ils sont nombreux et dilatés; ils sont le siège d'une circulation active; si de ce fait on rapproche cet autre, à savoir que l'épithélium ombilical correspondant est formé de hautes cellules turgescentes, on en peut conclure qu'à ce moment il y a dans ces parties un travail actif d'absorption, par laquelle l'embryon épuise ce qui reste du contenu de la vésicule ombilicale.

Ceci doit nous amener à dire un mot du cordon ombilical. Avec nos notions classiques, si étroitement schématiques, il peut être difficile, *a priori*, de comprendre comment un cordon ombilical peut mettre l'embryon en rapport à la fois avec le placenta, qui est situé en haut (nous prenons ici, pour la commodité de la description, des désignations empruntées à l'orientation des parties sur nos figures, où l'orientation est toujours la même), et avec la vésicule ombilicale qui est située en bas, c'est-à-dire à l'opposé. Y a-t-il donc deux cordons ombilicaux? C'est ce que peut faire croire la comparaison de la figure 36, où on voit des connexions fœto-placentaires, avec la figure 38, où on voit des connexions fœto-ombilicales (CC, continuité de l'intestin avec la vésicule ombilicale). Mais cette manière de parler ne serait pas absolument exacte : en réalité il n'y a qu'un cordon ombilical, mais très court, en comprenant sous ce

nom le contenu du cordon et son enveloppe amniotique : à très peu de distance du corps de l'embryon cesse la gaine amniotique du cordon (la figure 38 donne une idée exacte de cette disposition) et les éléments contenus dans celui-ci se séparent alors, pour, parcourant la cavité du cœlome, se diriger dans des sens opposés, l'un sur. le placenta (pédicule de l'allantoïde), l'autre vers la vésicule ombilicale (canal omphalo-mésentérique). Sur le lapin, les choses sont telles que jamais, malgré notre riche collection de coupes régulièrement servies, nous n'avons obtenu une préparation présentant à la fois le pédicule de l'allantoïde et le pédicule omphalo-mésentérique; c'est pourquoi nous avons choisi pour les figures, des pièces où est présent tantôt l'un, tantôt l'autre de ces pédicules (comparer figures 36 et 38). Mais sur le cochon d'Inde on a très fréquemment des préparations où sont présents simultanément les deux pédicules, et ce n'est pas une des moindres curiosités de l'embryologie de ce rongeur, de voir le corps du fœtus appendu au milieu d'un long cordon qui semble aller du placenta à la vésicule ombilicale, en traversant l'œuf dans toute sa longueur, alors que ce cordon est en réalité formé de deux moitiés distinctes, allant l'une du fœtus au placenta, l'autre du fœtus à la vésicule ombilicale [1].

Explication des planches XVIII et XIX.

Planche XVIII.

Fig. 26. — Coupe d'un utérus de lapine à la fin du 10e jour de la gestation. Grossissement de 4 fois 1/2.

MM, bord mésométrique; — 1, 2, les deux cotylédons utérins; — IC, sillon intercotylédonaire; — EE, corps de l'embryon, coupé deux fois, vu l'état de torsion spiroïde de son extrémité postérieure; — PP, cavité pleuro-péritonéale interannexielle (cœlome externe); — HS, hémisphère supérieur de la vésicule ombilicale; — ST, sinus terminal; — HI, hémisphère inférieur de la vésicule ombilicale; — 28, région reproduite dans la figure 28.

Fig. 27. — Région du sinus terminal à la fin du 10e jour. Grossissement de 240 à 250 fois.

ST, lumière du sinus terminal; — V, V, autres vaisseaux ombilicaux; — *ex*, ectoderme

1. A cet égard, et pour ne rien laisser d'inexpliqué dans nos dessins, remarquons la singularité apparente de la figure 29, où sont deux coupes du corps de l'embryon (ainsi coupé deux fois à cause de sa torsion spiralée, comme il a été dit précédemment) : l'une des coupes est rattachée à l'ectoplacenta par l'allantoïde, l'autre adhère à la vésicule ombilicale. Il sera facile de comprendre, d'après toutes les descriptions précédentes, qu'ici il n'y a pas encore de cordon, mais seulement un très large et très haut orifice ombilical, et que l'une des coupes passe par la partie supérieure de ce long orifice ombilical (c'est la coupe où la gouttière intestinale se continue avec la vésicule ombilicale), tandis que l'autre passe par la partie postérieure de cet orifice ombilical (celle où est l'allantoïde).

avec quelques indications de villosités (VL); — *in*, entoderme; — *ms*, mésoderme; — PP, fente pleuro-péritonéale.

Fig. 28. — La région 28 de la fig. 26, c'est-à-dire l'hémisphère inférieur de l'œuf et la muqueuse utérine correspondante, à un grossissement de 250 fois.

HI, hémisphère inférieur de la vésicule blastodermique, composée seulement d'un ectoderme (*ex*) et d'un entoderme (*in*); — E, épithélium du fond des dépressions de la muqueuse; — *e*, épithélium des saillies; — CG, première apparition des cellules géantes.

Fig. 29. — L'embryon, l'ectoplacenta et un cotylédon maternel de la figure 26 (fin du 10e jour) repris à un grossissement de 10 fois.

IC, espace intercotylédonaire; — 1, région où se développera la couche vésiculeuse permanente ou protectrice; — 2, lame inter-ectoplacentaire; — *Al*, allantoïde; — A*m*, amnios; — E, *e*, les deux coupes du corps de l'embryon (voir l'explication de la figure 26); — *fc*, lame fibro-cutanée; — RS, région des sinus utérins (des cotylédons); — RI, région intermédiaire (des cotylédons maternels); — pour les autres lettres, voir la fig. 26.

Fig. 30. — La région 30 de la figure 29, c'est-à-dire la partie externe ou périphérique de l'ectoplacenta, à un grossissement de 140 fois, pour montrer les *colonnes ectoplacentaires*.

1, 2, 3, région intermédiaire des cotylédons, montrant les stades successifs d'évolution des cellules vésiculeuses intermédiaires; — V, V, vaisseaux de cette région intermédiaire; — L L, L, lacunes sangui-maternelles de l'ectoplacenta; — *fc*, feuillet fibro-cutané de l'ectoplacenta avec les vaisseaux apportés par l'allantoïde.

Fig. 31. — Portion d'une coupe de l'ectoplacenta à onze jours et demi. — Grossissement de 80 fois.

1, 1, 1, poussées mésodermiques entamant les colonnes ectoplacentaires; — 2, 2, poussées de la paroi de ces colonnes venant cloisonner leur lumière; — *li*. lame limitante, ou arcades limitantes ectoplacentaires; — LC, canal central des colonnes ectoplacentaires (lacunes sangui-maternelles).

Fig. 32. — Mêmes parties, à l'âge de douze jours; grossissement de 120 fois; transformation des colonnes ectoplacentaires en complexus tubulaires.

La partie gauche, circonscrite par les lettres A, B, D, est une coupe oblique ou perpendiculaire de la colonne; à droite, la coupe est longitudinale.

C, cloison mésodermique séparant deux lobes ou complexus tubulaires; — DM, dilatation maternelle; DF, dilatation fœtale (confluents des tubes du complexus).

Fig. 33. — Partie inférieure d'un complexus tubulaire achevé, à l'âge de treize jours; grossissement de 200 à 210 fois.

1, 1, tubes coupés perpendiculairement à leur axe; — 2, cloisons mésodermiques et vaisseaux allantoïdiens interlobaires; — DF, dilatation fœtale ou confluent fœtal du complexus tubulaire.

Planche XIX.

Fig. 34. — Coupe d'un renflement de l'utérus, perpendiculairement à son axe à l'âge de treize jours. — Grossissement de 3 fois 1/2.

E, coupe de la partie antérieure (cardiaque) de l'embryon; à gauche, une coupe de la partie postérieure; l'état de torsion du corps fait que l'embryon est ainsi compris deux fois dans la coupe; de même pour la plupart des figures suivantes; — HS, HI, ST, comme dans la figure 26.

Fig. 35. — La région 35 de la figure précédente, c'est-à-dire la limite externe ou périphérique de l'ectoplacenta, avec la partie correspondante de l'œuf, à un grossissement de 25 à 30 fois.

1, continuité de l'ectoplacenta avec l'ectoderme du reste de la vésicule blastodermique; à droite de ce point, on voit une série de complexus tubulaires, avec leurs dilatations maternelles (DM) et leurs dilatations fœtales (DF); en 33 est un complexus analogue à celui qui a été représenté dans la figure 33 de la planche précédente; — de 1 en 3, région où s'étend le tissu mésodermique d'origine allantoïdienne; — de 3 en 2, la paroi de l'œuf n'est formée que par l'ectoderme (*ex*) avec la lame fibro-cutanée (*fc*); — VL, villosités de l'ectoderme; — ST, sinus terminal; — HS, hémisphère supérieur; — HI, hémisphère inférieur de la vésicule ombilicale.

Fig. 36. — Coupe de l'utérus et de l'œuf à l'âge de treize jours et demi. Grossissement de 4 fois 1/2.

IC, espace intercotylédonaire; — CAL, cavité de l'allantoïde; — de 1 à 2 la zone inter-ombilico-placentaire; — HS et HI, comme ci-dessus.

Fig. 37. — L'embryon et les ectoplacentas de la figure précédente à un grossissement de 10 à 12 fois.

IE, espace inter-ectoplacentaire; — 1, 2, zone inter-ombilico-placentaire; — les autres lettres comme ci-dessus.

Fig. 38. — Coupe de l'utérus et de l'embryon à l'âge de quatorze jours.

IC, espace intercotylédonaire; — IE, espace inter-ectoplacentaire; — CAL, cavité de l'allantoïde; — CC, canal omphalo-mésentérique; — ST, sinus terminal; — HS, HI, hémisphères supérieur et inférieur de la vésicule ombilicale.

Fig. 39. — La région du sinus terminal de la figure précédente (14 jours) à un grossissement de 200 fois.

De A à B, partie inférieure de la zone inter-ombilico-placentaire, sur laquelle le tissu mésodermique allantoïdien s'est étendu, jusqu'au sinus terminal; — VA, vaisseau allantoïdien; — VL, villosités ectodermiques; — de B en C, la vésicule ombilicale (portions voisines du sinus terminal, ST); — IN, entoderme de l'hémisphère supérieur de la vésicule ombilicale; — *ex*, ectoderme; *in*, entoderme de l'hémisphère inférieur (HI).

Fig. 40. — Utérus et embryon, à l'âge de quinze jours, grossissement de 3 fois 1/2.

Lettres comme pour les figures 34, 36, 37, 38; de plus : RI, région intermédiaire (tissu des cellules vésiculeuses intermédiaires); — R, restes de l'hémisphère inférieur de la vésicule ombilicale (*zone résiduelle*); — PP, cœlome externe.

Fig. 41. — État des tubes ectoplacentaires à l'âge de quinze jours, grossissement de 230 fois.

1, 1, paroi plasmodiale des tubes; — 2, cellules mésodermiques des cloisons inter-tubulaires; — V, vaisseaux allantoïdiens de ces cloisons; — T, T, lumière des tubes.

Fig. 42. — Coupe d'ensemble des tissus maternels et de l'ectoplacenta à l'âge de quinze jours; grossissement de 14 fois.

CVP, couche vésiculeuse protectrice ou permanente; au-dessus est la tunique musculaire de l'utérus, au-dessous est la région des sinus utérins (tissu des cellules vésiculeuses vaso-adventices); — RI, région intermédiaire des cotylédons utérins (tissu des cellules vésiculeuses intermédiaires); — CM, confluents maternels des complexus tubulaires de l'ectoplacenta; — *li*, lames limitantes ectoplacentaires, ou arcades limitantes; — CF, confluents fœtaux; — *ea*, épithélium de la cavité de l'allantoïde.

Fig. 43. — Tube ectoplacentaire montrant le début du travail de sa transformation en complexus canaliculaire. Age de seize jours. Grossissement, 500 fois.

Lettres comme dans la figure 41.

SUR LE DÉVELOPPEMENT

DE

L'ALOSE ET DE LA FEINTE

Par G. POUCHET et E. BIÉTRIX [1]

Le développement des poissons du groupe des Clupes est peu connu, tant en raison du mode de vie de ces animaux que de la rapidité de leur développement, au moins dans ses premières phases. Aussi avons-nous saisi l'occasion qui s'est offerte à nous de suivre le développement de l'Alose. Un pisciculteur bien connu, M. P. Vincent, avec un empressement dont nous ne saurions trop le remercier, a bien voulu mettre à notre disposition les ressources de son établissement de Saint-Pierre-lès-Elbeuf, où il pratique en grand la fécondation artificielle de l'Alose en vue d'obtenir des alevins qui sont ensuite rejetés à la Seine. Grâce aux soins de M. Vincent, des fécondations ont été faites sous nos yeux; nous avons donc pu assister aux premières phases du développement et le suivre point par point jusqu'à l'éclosion, qui a lieu en général au bout de 4 jours, étant données les conditions moyennes de la température à cette époque (mai-juin), soit 19°. Sur les alevins, nos observations n'ont pas dépassé le 2e jour, car c'est à ce moment qu'ils sont mis en liberté. Des prélevés ont été faits à intervalles rapprochés dans les vases d'élevage, destinés pour la majeure partie à la fixation par les réactifs et aux recherches ultérieures. Ce sont nos observations immédiates sur les œufs vivants qui font l'objet du présent travail.

On pêche dans la Seine l'Alose commune et la Feinte, espèces en tous cas très voisines. Nos observations ont porté à la fois sur les œufs de l'Alose et de la Feinte et aussi sur les œufs d'un métis de Feinte mâle et d'Alose femelle provenant d'une fécondation opérée devant nous; ces derniers ont très normalement évolué aussi longtemps que nous avons pu les suivre, c'est-à-dire jusqu'au bout du 2e jour. Notre description portera à la fois sur les trois sortes

1. Voy. *Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, 16 déc. 1889.

d'œufs; nous signalerons les faibles différences qu'ils nous ont parfois offertes.

Par la nature même de nos observations faites à l'heure de la pêche, c'est-à-dire la nuit, par la brièveté du temps dont nous disposions, elles offrent forcément de nombreuses lacunes. Elles suffisent en tous cas à montrer le peu de différence qui existe entre le développement des Clupes et celui des autres poissons téléostéens étudiés jusqu'à ce jour.

Les œufs arrivés à maturité, non fécondés, et avant d'avoir subi le contact de l'eau, offrent les particularités suivantes :

La membrane vitelline est épaisse, transparente. Sa face interne est rugueuse, offrant des saillies linéaires juxtaposées sous des angles variables et qui rappellent grossièrement un travail de vannerie, apparence déjà signalée par l'un de nous sur l'œuf mûr de la Sardine [1]. Les saillies sont seulement, chez l'Alose, plus allongées, plus fines que chez la Sardine, moins régulièrement disposées perpendiculairement les unes aux autres [2]. Quand la membrane vitelline est crevée, ses bords se retournent en dehors. L'acide acétique la gonfle et l'éclaircit; on aperçoit alors à sa surface une sorte de moiré métallique dont les aires, irrégulièrement polyédriques, sont formées de lignes de points extrêmement fines, parallèles, rapprochées et qui rappellent l'apparence de certaines diatomées [3].

A la surface du vitellus on aperçoit avant tout une couche de petits globes hyalins d'une substance très réfringente disposés sur un seul rang, tangents à la fois les uns aux autres et à la surface du vitellus. Ils sont plongés dans une substance plus ou moins granuleuse selon les places, qui constitue la zone tout à fait externe du vitellus [4]. Au-dessous de cette couche périphérique de globes réfringents on distingue des masses beaucoup plus grosses d'une

1. Voy. ce *Journal*, ci-dessus, p. 418.

2. Quelque temps avant la maturité, la membrane vitelline paraît plus épaisse que plus tard. Granuleuse sur la coupe optique, principalement dans sa partie moyenne, elle laisse voir de plus des stries rayonnantes, larges et peu distinctes. Cette striation rayonnante nous a paru beaucoup plus fine chez la Feinte que chez l'Alose. Après l'action de l'acide acétique, elle semble faire place à une striation concentrique.

3. Ce ponctué appartient vraisemblablement à une membrane fine, élastique (vitelline externe) distincte de la membrane épaisse sous-jacente (vitelline interne). Cette constitution de l'enveloppe de l'œuf de l'Alose serait alors toute voisine de celle de la sardine où l'on trouve également une vitelline externe ponctuée, où l'on peut voir également, comme chez l'Alose, la vitelline interne présenter une striation concentrique.

4. Du moins chez l'Alose. On ne retrouve pas cette zone périphérique granuleuse aussi accusée chez la Feinte.

substance finement granuleuse, masses polyédriques par pression réciproque et dont les plans d'intersection se montrent comme des lignes très déliées.

Action de l'eau[1]. — En l'absence de toute fécondation, on observe sur les œufs dès qu'ils sont mis au contact de l'eau par pression de l'abdomen de la femelle les modifications suivantes : il se produit une extension de la membrane vitelline qui abandonne le vitellus, laissant entre elle et lui un espace occupé par un liquide aqueux en apparence, mais qui présente peut-être une certaine viscosité, car le vitellus paraît demeurer suspendu concentriquement à la membrane vitelline. L'œuf, en tout cas, reste plus dense que l'eau. Cet écartement de la membrane vitelline par l'action de l'eau se produit rapidement et on le suit avec facilité sous le microscope. Il semble en même temps que certains changements se passent dans la structure de la membrane ; on distingue plus difficilement les traces du dessin de vannerie qu'elle offrait[2]. Dans le vitellus les petits globes hyalins superficiels disparaissent en grande partie dès avant l'écartement de la vitelline. Si on observe pendant quelques minutes un de ces petits globes, on le voit d'abord perdre sa réfringence, puis lentement diminuer de volume, prendre des contours de moins en moins nets et enfin s'effacer sans laisser de traces. Ce phénomène ne se produit pas sur tous les globes en même temps; de plus un petit nombre d'entre eux (d'une constitution sans doute différente?) résistent; on continuera de les voir mélangés tant au vitellus nutritif qu'au vitellus formatif.

Presque en même temps commence une dissociation du vitellus qui a pour résultat la concentration en un lieu déterminé du vitellus formatif. Ce dernier, qu'on peut considérer comme existant jusque-là à l'état diffus dans toute la masse de l'œuf, se concentre au pôle zénithal pour y constituer le germe. Celui-ci se présente au début sous forme d'une aire finement granuleuse irrégulièrement

1. Bien qu'on ait signalé depuis longtemps les phénomènes de développement que présentent certains œufs indépendamment de toute fécondation, il semble qu'on y ait vu seulement une tendance héréditaire du vitellus, sans tenir compte suffisamment des conditions extérieures qui provoquent cette activité. Or celle-ci n'est pas seulement reliée à un état de développement déterminé de l'œuf, elle est la conséquence directe de l'intervention d'un facteur extérieur. Ce facteur, dans le cas qui nous occupe, est l'eau. Par suite on peut imaginer une série de recherches sur les modifications apportées à l'activité que manifeste l'œuf, par des changements dans le facteur même de cette activité, chaleur, densité, composition chimique de l'eau, etc.

2. Il paraît y avoir dans l'œuf de la Feinte moins d'espace proportionnel entre la vitelline et le vitellus que chez l'Alose.

limitée en dessous par les corps polyédriques que nous avons signalés au centre de l'œuf. Mais, en outre, ce disque laisse voir sur ses bords des traînées rayonnantes de la même substance, produites par cet écoulement même qui se fait de toutes les parties du vitellus et qui donne à la vue la sensation grossière d'un aster. C'est ainsi d'ailleurs qu'il faut évidemment comprendre l'apparence observée. Ajoutons que ces rayons, qu'on a quelquefois assez improprement comparés à des pseudopodes de Radiolaires, sont en réalité la coupe optique de lames continues (comme les parois des alvéoles d'un gâteau de miel), enveloppant des piles de corps vitellins. L'apparence pseudopodique du vitellus formatif du voisinage du disque est donc une illusion. On doit se représenter à ce mo-

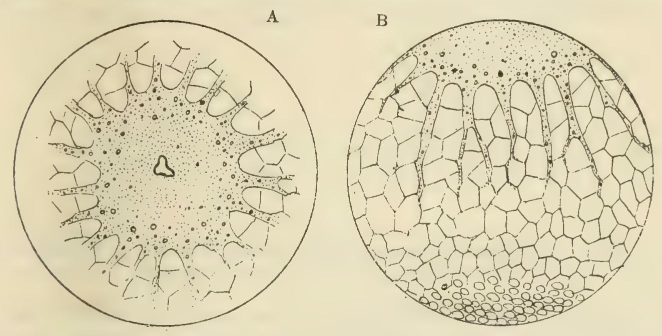


Fig. 1. — OEuf d'Alose. Action de l'eau. Accumulation du vitellus formatif au pôle zénithal. A. Vue zénithale. On distingue au milieu du disque formatif un corps irrégulier réfringent. B. Coupe optique du même, passant par les deux pôles.

ment le disque, lisse et arrondi du côté de la vitelline, comme offrant sur sa face opposée des lames saillantes entre lesquelles plongent les derniers prolongements du vitellus nutritif.

Dès le début de son isolement le vitellus formatif offre des caractères propres : sa coloration est un peu bistre, sa substance parsemée de granulations réfringentes abondantes surtout vers la circonférence du disque, au-dessous de la vitelline. Assez constamment on observe, vers le milieu de l'aire formative, un globule irrégulier, de nature indéterminée et qu'on pourra retrouver encore à la même place après les premières phases de la segmentation [1].

La localisation du vitellus formatif se fait au zénith de l'œuf; au-

1. La désignation de « globule polaire inclus » qu'on a parfois appliquée à ce corpuscule semble tout à fait impropre. Il ne représente en effet qu'une ségrégation par isolement ou par formation directe de certains principes immédiats au milieu du vitellus vivant, tandis que le globule polaire est toujours une portion même de ce vitellus vivant ayant comme lui sa morphologie propre.

dessous de lui les grosses masses polyédriques, d'abord divisées en piles, qui l'avoisinent diminuent progressivement de diamètre vers le pôle nadiral, où on ne trouve plus que des sphères à peine plus volumineuses que celles qui occupaient la surface du vitellus avant l'action de l'eau [1]. Les plus superficiels parmi ces globes sont à une certaine distance de la limite du vitellus. Toute cette portion nadirale se colore par l'acide osmique plus vivement que le reste.

Une coupe idéale de l'œuf, au moment de la concentration du vitellus formatif, offre l'aspect reproduit (fig. 1, B).

Bientôt la concentration est complète, l'apparence que nous avons comparée à un aster a disparu. Le vitellus formatif se soulève en un dôme d'un rayon de courbure plus petit que celui du vitellus et nettement délimité à sa base (fig. 2, A). Le vitellus nutritif est formé



Fig. 2. — Œuf non fécondé. A. Vitellus formatif soulevé en dôme. B. Le même au terme de son évolution présentant l'étranglement transversal d'une partie de la masse.

tout entier de grosses sphères maintenant rapprochées les unes des autres sans ordre et sans compression réciproque. Le vitellus formatif, au moment de l'évolution où nous sommes arrivés, offre ce caractère de se colorer en bistre très foncé par l'acide acétique.

On n'a pas oublié que toute la description qui précède s'applique à l'œuf non fécondé. On voit alors se produire des déformations de la coupole formative qui accusent, par leur irrégularité et leur variété même, l'absence de fécondation. On peut voir la masse offrir des bosselures, des dépressions à sa périphérie ; quelquefois elle s'étrangle à la base, dessinant une sphère supportée par une sorte de cône (fig. 2, B).

Œuf fécondé. — Nous n'avons pas pu observer le processus initial de la fécondation. Quant aux premières manifestations qui le suivent dans l'œuf, elles sont, jusque et y compris le soulèvement du vitellus formatif, absolument semblables aux phénomènes que présente l'œuf non fécondé au contact de l'eau. Le premier phéno-

1. Les globes du pôle nadiral paraissent plus volumineux chez la Feinte que chez l'Alose.

mène qui semble ici dépendre de la fécondation est la formation du premier sillon de segmentation.

Spermatozoïdes. — La portion céphalique est ovoïde, avec extrémité antérieure plus étroite (longueur 3 μ, largeur 2 μ). L'appendice filiforme mesure environ 30 μ. Au contact de l'eau l'activité des spermatozoïdes disparaît très rapidement; elle nous a semblé ne pas dépasser, dans les conditions où nous étions placés, une minute et demie.

Segmentation. — Deux heures et demie environ après la fécon-

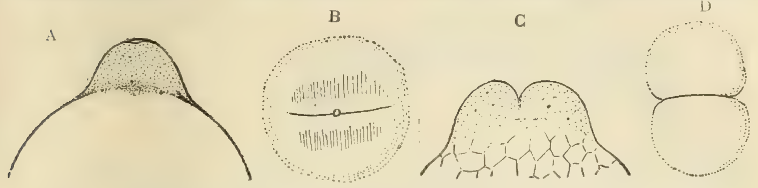


Fig. 3. — Débuts du premier sillon (A et B) et stade 2. C, de profil. D, de face.

dation, s'est montré à nous le premier sillon de segmentation. Il se manifeste au début par une légère dépression au sommet du mamelon formatif (fig. 3, A) [1].

En regardant de champ les deux corps cellulaires en formation, on peut apercevoir, de chaque côté du sillon (transversal), des stries fines perpendiculaires à sa direction, plongées dans la profondeur des corps cellulaires et formant deux bandes symétriques (fig. 3, B) [2].

Au stade 4 (fig. 4), le blastoderme est allongé suivant la direction du deuxième sillon; on observe d'une manière presque constante

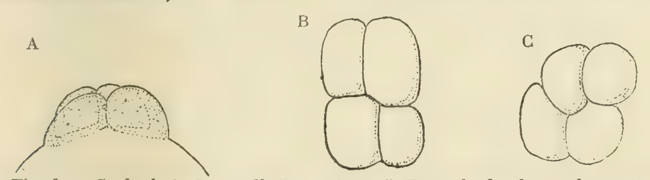


Fig. 4. — Stade 4. A. De profil. B. De face. C. Exemple de chevauchement.

un chevauchement bien accusé des sphères de segmentation. Le premier sillon, plus court, est en outre plus accusé que le second et présente à ses extrémités une échancrure fortement marquée de la masse formative.

Au stade 8 (fig. 5), le blastoderme est sensiblement rectangulaire.

1. En même temps, à la limite de séparation des deux vitellus, on observe une tache opaque, à contours indécis; voy. fig. 3, A.

2. Certains œufs montrent vers le milieu du sillon le corpuscule réfringent signalé plus haut; voy. fig. 3, B.

Les deux nouveaux sillons apparus de chaque côté du premier sont plus fortement indiqués que lui et échancrent davantage le bord du blastoderme. Sur les œufs de profil on les voit entamer aussi beaucoup plus profondément et plus largement la surface du germe.

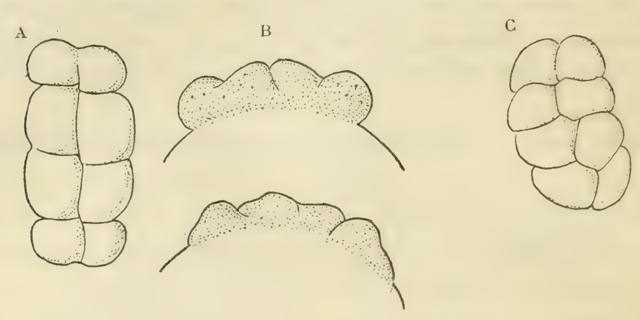


Fig. 5. — Stade 8. A. De face montrant les inégales incisures du sillon longitudinal et des sillons transversaux. B. Vue de profil montrant l'inégale profondeur des sillons transversaux médian et extrêmes. C. Forme aberrante.

Comme toujours on rencontre des formes irrégulières; nous en représentons une. Aucune trace de noyaux n'est visible.

A partir du stade 8, la segmentation cesse d'être régulière (fig. 6). Bientôt on est en présence d'un blastoderme en forme de disque

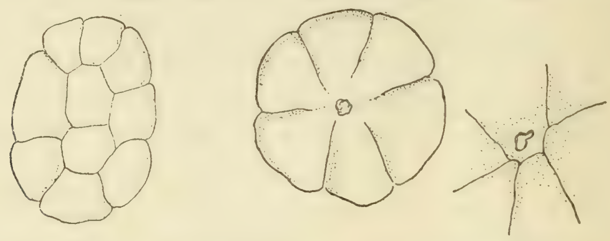


Fig. 6. — Blastoderme ayant dépassé le stade 8.

Fig. 7. — Segmentation irrégulière.

très légèrement elliptique, dont les bords descendent obliquement rejoindre la surface du vitellus nutritif. Le germe s'est affaissé en même temps qu'il s'est étendu.

Nous pouvons signaler ici quelques formes aberrantes de segmentation et, entre autres, des cas où les sillons partent en rayonnant d'un point central (fig. 7); nous en représentons deux ci-dessus; l'un et l'autre montrent au centre du blastoderme (formé de 6 sphères de segmentation) le prétendu globule polaire inclus que nous avons signalé.

Évolution du blastoderme et stades embryonnaires. — Après la

formation du disque blastodermique tel qu'il vient d'être décrit, le plus jeune blastoderme que nous pouvons examiner est âgé de 11 heures. Long de 1 millimètre, il n'a qu'une très faible épaisseur: les éléments qui le forment sont des cellules nucléées de 40 μ de diamètre.

Dans un œuf âgé de 13 à 14 heures, la largeur de l'espace périvitellin est égale au demi-rayon du vitellus. Le blastoderme forme une mince calotte dont la coupe optique figure un arc égal au tiers environ de la circonférence du vitellus. Il est hyalin, à bords

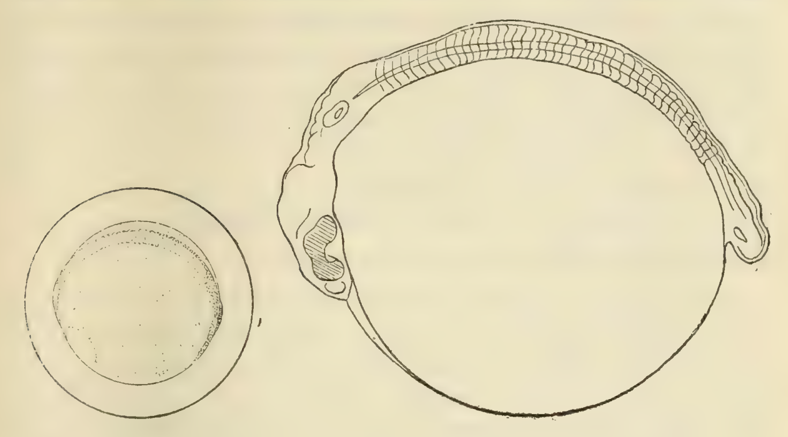


Fig. 8. — OEuf vers la 26e heure. Fig. 9. — Embryon vers la 38e ou 40e heure.

nettement arrêtés et un peu obliques, paraissant toutefois se prolonger à la surface du vitellus par une frange irrégulière, beaucoup plus mince que la calotte elle-même et formée d'une matière finement granuleuse qui ne paraît pas différenciée en éléments anatomiques. La calotte blastodermique ne présente extérieurement aucune portion épaissie répondant au corps de l'embryon.

Vers la 23e heure, le blastoderme a recouvert près des deux tiers de la surface du vitellus. Le blastoderme a conservé la même apparence, mais l'épaississement embryonnaire, maintenant visible, se montre comme un bourrelet étroit mesurant un peu moins que la demi-circonférence du vitellus. Il est plus saillant et coupé plus obliquement à une de ses extrémités (région céphalique); dans la région moyenne sa coupe optique a la forme d'un triangle très surbaissé, à sommet largement arrondi.

Vers la 26e heure (fig. 8), le blastoderme a presque complètement recouvert le vitellus, ne laissant plus ouvert que le *blastopore vitellin*

(Henneguy). L'embryon est plus long que la demi-circonférence du vitellus; il tend à se délimiter surtout en avant, où les vésicules optiques commencent à faire saillie; il présente aussi un bourrelet longitudinal dorsal correspondant à la moelle. La portion caudale, épaissie et élargie, se confond par ses bords avec le blastoderme.

A la 38e ou 40e heure, l'embryon s'étend en longueur sur deux tiers de la circonférence du vitellus; celui-ci n'a conservé son contour sphérique que dans sa moitié inférieure, la partie occupée par l'embryon est maintenant à plus grand rayon de courbure (fig. 9). Le vitellus a d'ailleurs sensiblement diminué. Chez l'embryon la tête a pris un développement prépondérant; encore appliquée contre le globe vitellin, on la voit se continuer en avant par la *couche enveloppante* (Henneguy), légèrement écartée du vitellus en ce point. Les vésicules cérébrales sont nettement reconnaissables. Le colobome est très ouvert. Sur le profil le corps laisse distinguer, en arrière des vésicules cérébrales, 5 sillons (indication des segments métamériques du cerveau postérieur)[1].

Sur les parties latérales, et au-dessous des 3e, 4e et 5e sillons, se voit la vésicule auditive allongée, à cavité très réduite, à parois épaisses et sans otolithes. L'extrémité caudale de l'embryon est libre sur une faible longueur. La partie moyenne du corps offre une segmentation transversale (vertébrale) qui s'étend en avant jusqu'à une distance de l'oreille équivalente à 4 ou 5 segments et, en arrière, s'arrête après être devenue peu accusée, à une notable distance de l'extrémité caudale. La corde dorsale arrive en avant jusqu'à l'oreille; en arrière de son extrémité postérieure apparente on voit la vésicule de Kupffer.

Environ 1 heure plus tard, c'est-à-dire de la 39e à la 41e heure, la portion caudale libre s'est allongée. La tête est toujours appliquée contre le vitellus. On distingue un commencement d'épaississement cristallinien; le colobome est toujours large. Au niveau de la limite postérieure de la vésicule cérébrale moyenne on commence à voir battre le cœur.

Plus tard la vésicule auditive a considérablement grandi, ses parois se sont amincies et, dans sa cavité, on voit deux otolithes petits, sphériques. Le colobome est presque fermé.

Nous n'avons plus d'observation avant l'époque où l'embryon

1. Comparez pour cette disposition du bulbe : Pouchet, Développement du squelette des poissons osseux, *Journal de l'Anatomie*, 1878, pl. V, fig. 11.

s'est complètement détaché, en avant et en arrière, de la vésicule ombilicale. Il présente des mouvements vifs dans l'œuf et, extrait de son enveloppe, il nage dans l'eau sans paraître souffrir (pendant 2 heures au moins) de cette condition nouvelle d'existence.

L'embryon de 90 heures (fig. 10) offre une apparence qui se rapproche déjà beaucoup de celle de l'alevin. La vésicule ombilicale, sphérique, a considérablement diminué de volume; dans le vitellus on distingue 3 ou 4 amas sphériques de globes réfringents paraissant limités par une capsule à contour très accusé; souvent il en existe un seul au centre du vitellus. Celui-ci présente en outre à sa périphérie une couche de globules indépendants. La tête proémine fortement. Les fossettes olfactives se montrent sous forme de capsules peu déprimées, à parois épaisses. L'œil commence à se

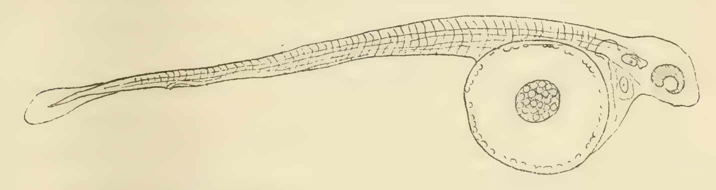


Fig. 10. — Embryon de 90 h. artificiellement expulsé de sa coque.

pigmenter et le colobome n'est plus représenté que par un court sillon; le cristallin est constitué. L'oreille s'est agrandie, ses parois sont devenues irrégulières et bosselées; vue de profil, elle est sensiblement quadrilatère; les deux otolithes ont grossi sans changer de figure; à l'intérieur on distingue trois saillies inégales, arrondies, dont l'une, intermédiaire, plus volumineuse que les deux autres, est faiblement bilobée. — La cavité péricardique est irrégulièrement conique, à sommet dirigé en arrière et en haut vers la limite postérieure de l'oreille. L'oreillette est grande, à contour circulaire et à parois minces; elle communique avec le ventricule par un orifice circulaire, assez étroit, qui se fronce au moment de la systole ventriculaire. Le ventricule est oblong, à parois plus épaisses que l'oreillette. On ne voit aucune trace de bulbe, pas plus qu'aucun vaisseau à la surface de la vésicule. Le sang est absolument dépourvu d'éléments. La nageoire pectorale est petite, arrondie, sans rayons. La partie postérieure du corps est très allongée, effilée. La nageoire caudale est en forme de spatule, homocerque, dépourvue de rayons. Les chevrons musculaires sont bien visibles. La corde dorsale s'avance maintenant jusqu'au

niveau du bord postérieur de l'œil. L'orifice buccal demeure ouvert ; le tube digestif est rectiligne, l'anus très en arrière.

L'éclosion, dans les circonstances où nous étions placés, a lieu le 4e jour (96e heure, l'eau à 19°). L'embryon (voy. fig. 11) nage dans la position normale et ses mouvements sont très vifs. Il est transparent, avec quelques cellules pigmentaires, dont une rangée marque

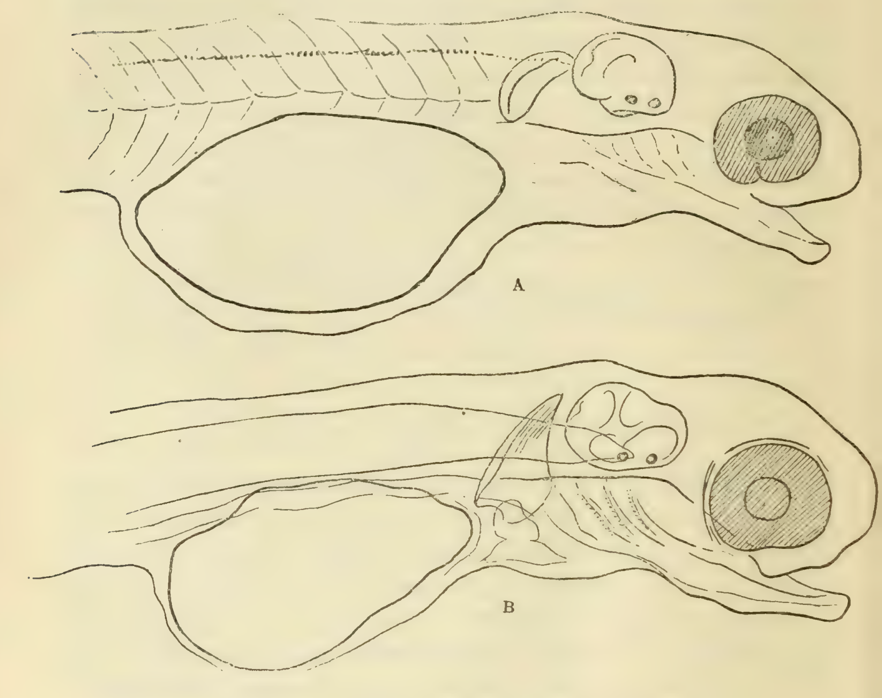


Fig. 11. — A. Alevin à l'éclosion. B. Alevin d'un jour.

la ligne latérale. La vésicule ombilicale, oblongue, a encore diminué de volume; son contenu est maintenant finement granuleux, sa paroi épaissie présente, chez beaucoup d'individus, une couche de cellules pigmentaires mélaniques dont les prolongements se touchent. L'œil est pigmenté, l'iris est argenté. Le contour de la vésicule auditive est devenu ovalaire ou faiblement triangulaire; sa cavité est parcourue par des sortes de piliers provenant de l'allongement et de la rencontre des bourgeons antérieurement décrits[1]; les deux otolithes ont augmenté de volume et sont moins

1. Voy. Pouchet, Développement du squelette des poissons osseux. *Journ. de l'Anatomie,* 1878, p. 41 et pl. V.

réguliers. La mâchoire inférieure est devenue proéminente et mobile. On distingue les arcs branchiaux. Au niveau de la partie postérieure de la vésicule ombilicale le foie se montre sous forme d'une masse allongée, encore peu saillante, accolée à la face inférieure de l'intestin.

Alevin d'un jour. — Il ne diffère que peu de celui que nous venons de décrire. Le vitellus n'a pas sensiblement diminué. Les lignes de la tête sont plus accusées et notamment les mâchoires. L'œil est encore un peu elliptique, apparence causée surtout par une faible dépression du bord inférieur. Le grand axe de la cavité péricardique est devenu antéro-postérieur. Les nageoires pectorales et caudale ont grandi sans changer de forme; la caudale présente les *rayons primaires* (Pouchet). Dans l'oreille, l'excavation a diminué par l'épaississement des travées; en plusieurs points on constate des soulèvements de l'épithélium (taches auditives) qui partout ailleurs est formé d'une seule couche de cellules plates. Enfin les arcs branchiaux sont garnis de courtes lamelles branchiales.

Parablaste. — On ne peut se rendre compte de son existence que sur des coupes de pièces fixées et colorées. Sur un œuf de 6 à 7 heures nous le trouvons tapissant la face profonde du blastoderme; son épaisseur est assez uniformément de 20 μ et il est constitué par une substance granuleuse se colorant par le carmin et renfermant un certain nombre de noyaux égaux à ceux des cellules blastodermiques. Sur un œuf de 13 à 14 heures, la couche parablastique a diminué d'épaisseur, elle ne mesure plus que 10 μ en moyenne; ses noyaux sont maintenant plus volumineux que ceux du blastoderme et se colorent plus vivement. Des coupes d'un blastoderme de 23 heures (coupes sagittales de l'embryon déjà distinct) montrent ce parablaste étalé en une lame très mince, de 2 à 3 μ, avec noyaux fortement aplatis. Enfin, à notre dernier stade observé (alevin éclos), il forme une couche continue autour du vitellus, fortement amincie au contact de l'embryon (8 μ), plus épaisse dans le reste de son étendue (15 à 25 μ).

Résumé. — Ainsi qu'on le voit et comme on pouvait d'ailleurs s'y attendre, le développement de l'Alose, de la Feinte, et par suite des Clupes diffère assez peu de celui des autres Téléostéens. On notera sa rapidité et, entre autres faits intéressants, l'absence prolongée d'éléments anatomiques dans le sang.

RECHERCHES HISTOLOGIQUES

SUR LA

VOUTE DU CRANE MEMBRANEUX PRIMORDIAL[1]

Par J. CHAMPEIL.

(*Planche XX.*)

A l'origine du développement, la partie céphalique du névraxe renflée en ses vésicules cérébrales confine à l'ectoderme presque directement par toutes les parties qui ne répondent pas au squelette développé autour de la corde. Cette même disposition est réalisée aussi pour la moelle épinière : la partie postérieure de celle-ci n'est séparée de l'ectoderme pour ainsi dire par rien; les deux branches de la vertèbre forment d'abord un croissant à concavité postérieure embrassant les parties antérieures du névraxe, et elles ne se ferment en arrière que relativement tard.

Pour l'encéphale cette clôture ne s'effectue jamais. L'arc issu du squelette de la base ne se poursuit pas de façon que ses branches cartilagineuses arrivent par la croissance à envelopper le cerveau tout entier. La clôture est opérée dans ce cas par des formations de type exosquelettal : les os de revêtement du crâne. Ces os ne sont précédés d'aucun modèle cartilagineux : ils se forment aux dépens d'une lame mésodermique analogue dans sa constitution au derme cutané, et qui constitue la voûte membraneuse primordiale du crâne. Cette voûte constitue une formation fibreuse primitivement disposée au-dessus du squelette de la base sous forme d'une membrane indivise au sein de laquelle divers points d'ossification se produiront plus tard, sans avoir été précédés de formation cartilagineuse préalable.

Ces faits sont aujourd'hui bien connus. On sait qu'aucun des os

1. Travail du laboratoire d'anatomie générale de la Faculté de médecine de Lyon.

dits *de revêtement* de la voûte du crâne ne se développe par la transformation d'un modèle cartilagineux préformé. Mais la constitution histologique du crâne membraneux primordial d'une part, d'autre part les modifications qu'il éprouve jusqu'à l'apparition des premières formations osseuses dans son sein, ont été peu étudiées.

C'est précisément cette étude qui fait l'objet du présent mémoire. Elle nous a été suggérée par notre maître, M. le professeur Renaut, dans les conditions suivantes.

Au cours de ses études sur l'ossification des os de la voûte du crâne, il a constaté : 1° que le crâne membraneux primordial au sein duquel se développent tous les os dits de revêtement est formé par une lame de tissu fibreux embryonnaire décomposable en lamelles parallèles entre elles et superposées les unes aux autres; 2° que chez les embryons de mouton ou de veau, à partir du stade représenté par une longueur totale de l'embryon de 18 à 20 millimètres, la lame ostéogène traitée par le nitrate d'argent donne une série de systèmes de plans endothéliaux superposés les uns aux autres, et comparables à ceux que l'on décèle dans les espaces interlamellaires de la gaine fibreuse des corpuscules de Pacini par exemple. Il a de plus constaté que chez les embryons plus âgés, soit de mouton, soit de bœuf, les lamelles de la lame ostéogène non encore envahies par l'ossification présentent une disposition analogue. Les espaces interlamellaires de ces lamelles sont occupés par des plans endothéliaux, vrais, quand il s'agit d'une lame ostéogène d'un os plat du crâne très récemment formé et encore peu épais, tandis que, quand l'os est plus âgé, les espaces interlamellaires sont occupés par un faux endothélium tout à fait comparable à celui qu'il a décrit dans les synoviales articulaires.

Mes recherches ont été faites au laboratoire d'anatomie générale de la Faculté de médecine de Lyon, sous la direction de M. le professeur Renaut. Qu'il me soit permis de lui exprimer ici mes sentiments de reconnaissance. Je dois également tous mes remerciements à M. le professeur agrégé Vialleton, qui m'a beaucoup aidé par ses conseils.

I. — Historique

On vient de voir quel a été le point de départ de nos recherches. Ce point de départ que nous devons à notre maître, M. le professeur Renaut, était entièrement nouveau. On s'en convaincra aisément en passant revue les opinions des auteurs sur la voûte du crâne embryonnaire.

Un des premiers histologistes qui se soient occupés de la structure du crâne membraneux primordial est Bidder[1]. Il donne au crâne membraneux le nom de capsule du crâne, et il s'exprime au sujet de la structure de cette capsule dans les termes suivants : « Paries capsulæ, exceptis vasis, nondum distinctionem telarum quæ postea in systemate vertebrali encephalum circumdanti animadvertitur, præbet, et maxima ex parte pari tenuitate membraneus est » (page 10). Et plus loin : « Sed contendere nequaquam in animo est, in capsula revera telas omnino distinctas esse... ossa, dura mater, pericranium alia que certo distingui et dignosci nondum possunt » (page 17).

Pour Sharpey[2] : « La membrane dans laquelle se fait l'ossification, se compose de fibres et de corpuscules granuleux, entre lesquels se voit une matière naissante molle, amorphe ou faiblement granuleuse. Les fibres ont les caractères des fibres pâles ou plutôt de fascicules de tissu aréolaire et fibreux, et sont modifiées de la même manière que ce dernier par l'acide acétique. »

Le Courtois[3] décrit la voûte cranienne membraneuse comme « composée uniquement de tissu embryonnaire vasculaire ».

Frey[4] se contente de dire (p. 283) « qu'on rencontre au commencement un véritable point d'ossification qui, grandissant ensuite, se transforme en un réseau de petites travées claires qui se perdent dans le tissu mou adjacent ».

Ranvier[5] ne donne aucun renseignement sur la structure du crâne membraneux primordial proprement dit; il décrit seulement la membrane d'ossification (p. 458) : « Dans cette membrane il existe des fibres qui se terminent librement par une extrémité effilée, et qui, par l'autre, plongent dans le jeune tissu osseux, comme les fibres arciformes dans l'os sous-périostique. Ces fibres sont simples, ou bien, se réunissant et se séparant, elles constituent dans la portion membraneuse un réseau plus ou moins compliqué. Autour d'elles il existe des cellules embryonnaires qui, au voisinage de l'os, revêtent les caractères des ostéoblastes. Bientôt, sous l'influence de ces derniers, elles s'entourent de tissu osseux et deviennent ainsi des fibres directrices de l'ossification... »

Robin[6] nous fait connaître la portion membraneuse du crâne primordial (p. 55) comme « présentant les caractères de tissu cellulaire dense à faisceaux de fibres encore à l'état de cellules fusiformes et étoilées très adhérentes les unes aux autres ; tissu qui est analogue au tissu périostique plutôt qu'au tissu fibreux proprement dit. C'est dans ce tissu, quand il deviendra vasculaire, qu'apparaît l'os non précédé de cartilage. »

1. Alex.-Aug. Bidder, *De cranii conformatione*. Dorpati, 1847.
2. *Anatomie de Quain*, 6e édition, 1856.
3. Le Courtois, thèse de Paris, 1870. J'ai emprunté à cette thèse la partie de l'historique qui précède.
4. Frey, *Traité d'histologie*.
5. Ranvier, *Traité technique d'histologie*.
6. Robin, article Os du *Dictionnaire Dechambre*.

Pour Kölliker [1], après avoir dit que les os de revêtement de la voûte du crâne ne préexistent pas sous forme de cartilage, il ajoute (p. 467) qu'« ils ne préexistent pas même sous une autre forme que celle de cartilage, comme serait celle de membrane; ils naissent de rudiments imperceptibles, au sein et aux dépens d'une couche fondamentale demi-fluide, demi-solide, comme membraniforme, mais ne formant pas une unité morphologique, c'est-à-dire n'ayant pas de limites apparentes. »

Dans son récent *Traité d'anatomie humaine*, Gegenbaur décrit l'ossification de la voûte du crâne, mais il ne parle pas de la structure du crâne membraneux primordial (p. 134). « Dans les lacunes d'une substance intercellulaire relativement peu développée et formée par des faisceaux conjonctifs, on trouve des groupes de cellules à différents stades de division. Il se produit ensuite une transformation spéciale des faisceaux de fibrilles : ils se sclérosent dans une partie de leur étendue, c'est-à-dire qu'ils s'imprègnent de sels calcaires. Une mince couche de substance osseuse se différencie ensuite, aux dépens des cellules disposées contre ces faisceaux. Une partie de ces cellules se transforment même en cellules osseuses. Parfois la première couche de substance osseuse apparaît simplement entre des cellules de tissu conjonctif, sans que l'on puisse distinguer entre elles de substance fondamentale. »

On voit qu'aucun des auteurs que je viens de citer et qui à ma connaissance sont les seuls qui aient touché à la question, n'a entrevu que les os de revêtement de la voûte du crâne sont précédés par une membrane spéciale constituée par du tissu conjonctif lamelleux.

Je vais, dans le chapitre qui suit, indiquer la technique que j'ai employée pour faire l'analyse histologique de cette membrane.

II. — Technique.

Liquides fixateurs. — Je me suis servi comme liquides fixateurs du liquide de Müller et de l'acide osmique.

Une tête d'embryon de mouton qui a déjà commencé à s'ossifier, qui appartient, par exemple, à un embryon mesurant 40 ou 50 millimètres, est absolument décalcifiée au bout de huit à dix jours de séjour dans le liquide de Müller. On la durcit alors au moyen de l'alcool à 95°, afin de pouvoir faire les coupes et les délamellations.

Quand je me servais de la solution d'acide osmique, j'y laissais les embryons vingt-quatre heures. Puis, s'ils n'avaient pas encore commencé à s'ossifier, je les lavais à l'eau, et je complétais le durcissement par l'alcool. Lorsque les crânes étaient déjà ossifiés, je les transportais directement de la solution osmique dans le liquide de Müller : l'acide osmique ne précipite pas par le liquide de Müller.

J'ai employé aussi l'acide picrique pour fixer et décalcifier la voûte du crâne. Mais ce réactif est bien inférieur au liquide de Müller comme fixateur; de plus, après son action prolongée, les tissus se coupent difficilement, et ils se colorent mal.

1. Kölliker, *Embryologie.*

Il faut ajouter pourtant que pour les petits embryons, ceux qui ont moins de 20 millimètres, le liquide de Kleinenberg (liquide picro-sulfurique) donne une fixation assez satisfaisante. Après que les embryons avaient séjourné trois ou quatre heures dans ce liquide, je les transportais dans l'alcool à 70°, où je les laissais vingt-quatre heures, puis dans l'alcool à 90°, et enfin dans l'alcool absolu.

Liquides colorants. — Le liquide de Müller et l'acide osmique sont d'excellents fixateurs, mais ils ont l'inconvénient de gêner ultérieurement pour la coloration. On colore facilement, il est vrai, à l'aide du carmin aluné, du carmin boracique, etc., mais l'on n'a ainsi qu'une simple coloration; le picro-carmin ne donne que de médiocres résultats, et l'on ne peut guère avoir de double coloration. Heureusement il existe un réactif colorant qui, même après l'action de l'acide osmique et des bichromates, se fixe encore sur les éléments anatomiques avec sa double élection d'une manière vraiment admirable: c'est l'éosine hématoxylique à la glycérine préparée suivant la méthode du professeur Renaut. Ce réactif nous a été bien précieux, et c'est avec lui que presque toutes nos préparations ont été colorées.

Coupes. — Lorsque les embryons sont un peu grands, qu'ils ont, par exemple, 40 millimètres de longueur, il est facile de faire les coupes et de les monter : je sépare la voûte du crâne du cerveau, je la pince dans la fente d'un cylindre de sureau, et je fais les coupes à main levée; après les avoir reçues dans l'alcool, je les transporte dans l'eau et je les étends aisément sur la lame, sans les voir se replier.

Si l'on procède de la même manière avec des embryons plus petits, des embryons de 20 à 30 millimètres, presque toutes les coupes sont repliées, et par suite impropres à l'observation. Il faut ici, pour éviter le reploiement des coupes, ne pas séparer le cerveau de la voûte du crâne, mais au contraire les couper ensemble : la coupe se trouve ainsi plus large et se tord moins aisément. On peut aussi, dans le même but, après avoir reçu la coupe dans l'alcool, l'attirer sur la lame, et se contenter, pour l'hydrater, d'envoyer sur elle un jet d'haleine, au lieu de la transporter dans l'eau.

Quand il s'agit d'embryons encore plus petits que les précédents, d'embryons ayant moins de 20 millimètres, on ne peut guère, même à l'aide de ces petits artifices, obtenir des préparations convenables : les coupes sont repliées, tordues; et en outre des parties plus ou moins considérables de la voûte du crâne se laissent détacher et restent adhérentes aux lèvres de la fente de sureau dans laquelle la tête de l'embryon a été pincée, surtout si l'on a employé comme liquide fixateur l'acide osmique. Force est alors pour ces petits embryons d'avoir recours à la méthode des inclusions. Je me suis servi de la méthode à inclusion, imaginée par M. le professeur Mathias Duval, savoir de l'inclusion dans le collodion. Les coupes, faites au microtome mécanique, étaient disposées en série sur une lame enduite de colle d'albumine, colorées, et montées dans la glycérine ou la résine Dammar.

Délamellations. — Il ne suffit pas d'examiner la voûte du crâne sur des coupes, c'est-à-dire sur la tranche : il faut encore l'examiner de face, sur des lames isolées. La réunion de ces deux modes d'examen est nécessaire, si l'on veut se faire une idée exacte de la constitution de la voûte du crâne.

Pour faire les délamellations, je plaçais un lambeau de la couche profonde de la voûte du crâne ou couche lamelleuse sur une lame de verre que je disposais sur le photosphore.

Je me servais de deux aiguilles. L'une était employée à maintenir le petit lambeau. Avec la pointe de l'autre, je grattais doucement la surface de ce lambeau ; et quand j'étais parvenu sur un point à soulever une lamelle, je finissais de la détacher en me servant toujours de cette aiguille. Les pinces ne permettent pas d'obtenir des lamelles aussi minces que les aiguilles.

Cette petite opération ne doit pas être faite à sec, à l'air. Il faut que le lambeau sur lequel on agit, baigne largement dans une petite mare de liquide : de cette façon, la lamelle que l'on détache, peut flotter et devient manifeste.

Inutile d'ajouter qu'il est bon d'examiner de temps en temps au microscope, à un faible grossissement, le résultat du travail des aiguilles.

Voici encore un autre procédé pour faire la délamellation.

Avec un petit scalpel bien tranchant on racle sur une lame de verre la surface de la couche lamelleuse du crâne. En agitant ensuite ce petit scalpel dans l'eau, les lames pelliculaires enlevées par lui se déploient et viennent nager à la surface du liquide. On peut dès lors les charger sur la lame de verre, les colorer et les monter en préparations persistantes.

Imprégnations au nitrate d'argent. — Un point important de notre étude, c'était de savoir si les cellules de la couche profonde de la voûte du crâne ou couche lamelleuse arrivent à se toucher dans toute l'étendue de leurs bords, en d'autres termes si elles forment des couches endothéliales, ou bien si elles sont simplement anastomosées par des prolongements plus ou moins larges. Pour nous éclairer sur ce point, nous avons dû faire un grand nombre d'imprégnations au nitrate d'argent.

Lorsqu'il s'agit d'embryons ayant moins de 30 millimètres, ce n'est pas chose facile que ces imprégnations. Ce que l'on désire imprégner, c'est la couche profonde de la voûte du crâne ou couche lamelleuse. Or, à l'état frais, chez des embryons aussi petits, il est impossible, même en opérant sous l'eau, d'isoler cette couche profonde de la couche superficielle ou couche muqueuse; de plus, il reste toujours des lambeaux de substance cérébrale adhérents à la face profonde de la couche lamelleuse. On peut, il est vrai, chercher à enlever avec le pinceau le cerveau et la couche muqueuse, mais on n'est jamais sûr de les faire disparaître entièrement. Enfin cette membrane n'a aucune consistance, et très souvent le morceau que la pince saisit, se sépare du reste de la voûte. Quand on porte une semblable membrane dans une solution de nitrate, et c'est ce que je faisais au début de mes recherches, on a une mauvaise imprégnation ; et l'on ne sait ensuite si les images que l'on observe au microscope, doivent être rapportées à la couche muqueuse, à la couche lamelleuse, ou bien à quelque lambeau de substance cérébrale resté adhérent à la voûte.

J'ai essayé ensuite, mais sans succès, d'imprégner la couche lamelleuse en immergeant pendant quelques minutes la tête entière de l'embryon dans une solution de nitrate à 1 p. 400. Dans ces conditions on n'imprègne guère que l'épiderme, et quelquefois la partie superficielle de la couche

muqueuse; jamais je n'ai vu le nitrate pénétrer jusqu'à la couche profonde ou couche lamelleuse. Mais les parties imprégnées ont subi deux modifications importantes : elles sont devenues opalescentes, et de plus elles ont acquis une consistance plus grande. J'ai cherché à tirer parti de ces deux modifications pour enlever la couche imprégnée et pouvoir imprégner des couches plus profondes, et voici le procédé auquel j'ai été ainsi amené et auquel je me suis arrêté.

Je plonge l'embryon tout entier dans un bain d'eau distillée. Puis j'imprègne l'épiderme de la voûte du crâne en immergeant la tête de l'embryon pendant une ou deux minutes dans une solution de nitrate à 1 p. 400, où je l'agite constamment. Je porte de nouveau mon petit embryon dans un bain d'eau distillée, et je le fixe sur une plaque de liège placé au fond du cristallisoir. Là, avec deux aiguilles, je sépare l'épiderme et une partie de la couche muqueuse des couches plus profondes de la voûte; sous l'influence de l'argentation, comme je viens de le dire, l'épiderme est devenu opalescent, distinct par conséquent des couches plus profondes qui sont encore incolores, et de plus il a acquis une certaine consistance : deux modifications qui facilitent mon travail, et me permettent d'isoler la couche imprégnée des couches plus profondes qui ne le sont pas encore.

J'ai donc ainsi la voûte du crâne dépouillée de son épiderme et de la partie superficielle de sa couche muqueuse.

Je fais une nouvelle imprégnation. Puis, de la même façon que tantôt, je sépare la nouvelle couche imprégnée des couches plus profondes.

Je continue ainsi jusqu'à ce que j'arrive à la face externe de l'encéphale.

Cette méthode me permet de diviser la voûte du crâne, suivant la grandeur de l'embryon, en deux, trois ou quatre couches imprégnées. La dernière de celles-ci répond à la couche lamelleuse, c'est-à-dire à la couche que l'on désire précisément imprégner.

Il me semble que cette méthode présente plusieurs avantages : 1° la membrane que l'on imprègne est en extension physiologique, au lieu d'être plus ou moins revenue sur elle-même, comme lorsqu'on l'imprègne détachée; 2° on divise la voûte crânienne en plusieurs couches, et l'on sait exactement quelle est la situation occupée dans l'épaisseur de la voûte par chaque couche imprégnée.

Les préparations sont montées au baume de Canada ou à la résine Dammar suivant les procédés habituels. Je dois seulement insister sur une précaution : lorsqu'on a isolé de la voûte une couche imprégnée, on la glisse sur une lame de verre introduite dans le bain d'eau distillée où se trouve l'embryon, et l'on ne fait agir tout d'abord sur cette couche que de l'eau faiblement alcoolisée, puis on emploie de l'alcool progressivement plus fort. Si on se sert immédiatement d'alcool fort, la préparation se ratatine complètement.

Lorsqu'il s'agit d'embryons ayant 40 millimètres de longueur ou plus, on peut encore, pour argenter la couche lamelleuse, mettre en usage la méthode précédente; ou bien on emploie la méthode suivante :

On isole la couche lamelleuse d'une part de la peau, d'autre part de la pie-mère. Cette dissection est maintenant devenue facile; et, en outre,

la voûte qui commence à s'ossifier, a acquis une certaine rigidité qui lui permet de ne pas se laisser plisser en tous sens comme auparavant. Après avoir lavé la voûte à l'eau distillée, on la place sur une lame de verre, on la divise, si l'on peut, en plusieurs couches avec les aiguilles; et on l'imprègne en faisant tomber sur elle, goutte à goutte, au moyen d'une pipette, une solution de nitrate à 1 p. 300. Il ne reste plus, lorsque l'imprégnation est produite, qu'à laver à l'eau distillée, et à monter la préparation.

Imprégnations au chlorure d'or. — J'ai fait aussi des imprégnations au chlorure d'or, soit pour rechercher les nerfs, soit pour contrôler les résultats fournis par les autres méthodes.

J'ai suivi la méthode ordinaire : je passais de tout petits morceaux de la voûte du crâne successivement dans le jus de citron, le chlorure d'or à 1 p. 100, et l'eau additionnée de quelques gouttes d'acide acétique. Souvent je les laissais ensuite quelque temps dans l'alcool, afin de les durcir davantage et de pouvoir plus facilement en faire des délamellations ou des coupes.

Avant de terminer ce chapitre de technique, je dois faire connaître les objets d'étude que j'ai employés.

Afin de simplifier le plus possible, je ne me suis servi que d'une seule espèce d'embryon, l'embryon de mouton, et sur cet embryon j'ai toujours étudié la même région de la voûte cranienne, savoir la région frontale. Quelques recherches préalables m'avaient en effet montré que le tissu propre de la voûte du crâne primordial était doublé au niveau de la partie supérieure de la région occipitale par d'épais tractus méningés, et, sur une grande partie de la région pariétale, par une lame cartilagineuse : c'était la région frontale qui m'avait paru la plus simple. En me bornant à étudier une seule espèce d'embryon, et sur cet embryon toujours la même région de la voûte, j'étais assuré de n'avoir d'autres variations dans mon objet d'étude que celles résultant des différences d'âge ou de longueur des embryons que j'observais.

J'ai fait ainsi un grand nombre de préparations pouvant me servir de matériel d'étude. A l'aide de ce matériel (250 préparations environ), j'ai pu suivre le développement du crâne membraneux chez une série d'embryons de mouton variant progressivement d'une longueur initiale de 15 millimètres à une longueur de 60 millimètres.

Après avoir étudié le crâne membraneux de l'embryon de mouton, j'ai fait un certain nombre de préparations chez une autre espèce voisine, le bœuf.

III. — Étude histologique et évolution du crane membraneux.

Nous distinguerons dans l'évolution du crâne membraneux trois périodes distinctes :

1° La *période embryonnaire*, caractérisée par l'absence de toute différenciation dans la membrane qui forme la voûte du crâne. A ce stade qui peut être étudié avec avantage sur l'embryon de longueur

totale de 16 millimètres, il n'existe aucune distinction entre la peau, le tissu cellulaire sous-cutané, la lame ostéogène au sein de laquelle se développeront les os de revêtement, et la pie-mère primordiale : toutes ces formations sont réunies en une seule, et ne sont nullement séparables par la dissection.

2° La *période intermédiaire*, dont la description peut être faite sur les embryons de 25 à 30 millimètres, est caractérisée par la différenciation du *crâne lamelleux* primordial. Celui-ci occupe la partie profonde de la lame mésodermique qui forme la voûte du crâne. Il n'existe pas encore de derme ; l'ectoderme entièrement planiforme repose sur sa membrane vitrée. Entre cette membrane vitrée et le crâne lamelleux il n'existe qu'une large bande de tissu muqueux. Entre le cerveau et le crâne lamelleux, au contraire, la pie-mère primordiale, constituée par un riche lacis d'énormes capillaires embryonnaires, s'est différenciée, et peut-être séparée du crâne membraneux.

3° Dans ces deux premières périodes, les parties constitutives des enveloppes de l'encéphale n'ont, à vrai dire, point subi de différenciation définitive, elles n'ont point pris forme. Sur une coupe d'ensemble des enveloppes du cerveau il est encore impossible de reconnaître ce qui sera la peau, le tissu cellulaire sous-cutané, la couche musculaire du crâne. Il est également impossible de prévoir le point exact où, dans le crâne lamelleux, apparaîtra le tissu osseux. C'est chez les embryons compris entre 34 et 45 millimètres, que s'opère cette différenciation. Nous appellerons cette période *période fœtale*, pour nous conformer à la nomenclature employée par notre maître, M. le professeur Renaut. Tant en effet que dans des formations complexes les tissus ultérieurement caractéristiques de ces formations n'ont point apparu, on est en présence d'une sorte de matrice embryonnaire commune d'où ils devront sortir : c'est l'état embryonnaire. Lorsqu'au contraire les diverses formations secondaires se sont dégagées de la masse commune, de façon à se présenter sous figure d'objets reconnaissables et qui ne peuvent plus être confondus avec aucun autre, c'est l'état fœtal où toutes les ébauches existent, et, bien qu'inachevées, se distinguent pour toujours par les caractères morphologiques qui leur sont propres.

§ I. — *Période embryonnaire du crâne membraneux : membrane commune pseudo-dermique.* — La voûte du crâne est plus ou moins développée suivant les régions que l'on considère. — Description du crâne membraneux

sur une coupe frontale passant un peu en arrière de l'œil chez un embryon de mouton de 16 millimètres de longueur. — Amincissement de la voûte en certains points; explication mécanique de ce fait. — Description du système sanguin; comment il végète de la base du crâne vers la voûte, et comment se forme la pie-mère primordiale.

Si l'on pratique des coupes en série de la tête d'un embryon de mouton dont la longueur totale est de 16 millimètres, ces coupes, que l'on doit effectuer de manière à les faire toutes frontales, montrent déjà nettement le crâne membraneux sur les sections qui passent par le plein des fossettes olfactives. A partir de ce point jusqu'au niveau et en arrière de l'œil déjà développé à son stade fœtal, le crâne membraneux peut être aisément étudié. C'est immédiatement en arrière des fossettes olfactives, au moment où les coupes intéressent la fin de la fossette olfactive et très légèrement le globe oculaire, que le crâne membraneux est le plus étendu dans le sens transversal, à cause du développement de la vésicule cérébrale correspondante plus considérable à ce niveau qu'en avant et en arrière. L'œil est plongé dans une masse épaisse de mésoderme, qui, au-dessus de lui, s'amincit rapidement, pour former ce que l'on peut rapporter à la voûte du crâne. Sur une ligne perpendiculaire au plancher de la bouche et séparant le névraxe en deux moitiés symétriques, le crâne membraneux est plus épais que sur les côtés, parce qu'à ce niveau le névraxe forme un feston rentrant. Il est repoussé sur ce point par un bourgeon de tissu muqueux qui déterminera la séparation des lobes antérieurs, et qui est le premier rudiment de la faux du cerveau. Dans les coupes qui passent exactement par l'axe transversal de la vésicule oculaire, le crâne membraneux est beaucoup plus réduit dans ses dimensions tranversales : là, en effet, sur la coupe, le névraxe se montre allongé dans le sens vertical.

Quelle que soit la coupe de la série que l'on ait choisie pour en faire l'étude, le crâne membraneux se présente avec les mêmes caractères. Il recouvre le névraxe exactement de la même façon que, dans la région des protovertèbres, le fait le mésoderme par rapport à la partie postérieure du tube médullaire. Si on le considère dans un point où il est très mince, tel que, par exemple, dans la cinquante-septième coupe (comptée d'avant en arrière, et répondant à la voûte du névraxe un peu en arrière de l'œil), on reconnaît aisément la disposition suivante (voir pl. XX, fig. 1).

Le névraxe se montre formé par des chaînes radiales de prolifération perpendiculaires à la surface de la courbe dessinée par la voûte cranienne. Entre ces chaînes et le crâne membraneux se montre une bande irrégulière de substance blanche.

Le crâne membraneux est constitué par une bande étroite de cellules disposées par assises : ce sont des cellules plates qui sur les coupes paraissent comme de longs fuseaux disposés les uns au-dessus des autres, de manière à donner à la membrane un aspect feuilleté.

Ce sont les lames protoplasmiques étroites des éléments cellulaires qui dessinent les lames des feuillets. Ces lames sont d'autant moins nombreuses que l'on se rapproche de la ligne médiane. Là, la disposition lamelleuse est plus étroite : entre la vitrée de l'ectoderme et la vitrée du névraxe il n'existe que trois rangées cellulaires sur la coupe prise en particulier pour objet d'étude. Il semble qu'en se développant à la façon d'une bulle qu'on aurait insufflée, le névraxe ait aminci le mésoderme qui le recouvre et l'ait disposé d'une façon d'autant plus lamelleuse qu'on se rapproche de la ligne maxima de la force expansive. Celle-ci passe à ce niveau par la ligne médiane. Au contraire, dans les coupes frontales passant par les fossettes olfactives, le crâne membraneux est plus mince sur les côtés latéraux répondant à deux ampoules du névraxe qu'au centre répondant à un feston rentrant de ce dernier. J'insiste à dessein sur ces points, car nous trouvons ici la clef de la constitution lamelleuse du crâne primordial. Le névraxe encéphalique, dans les points où son développement est prépondérant, refoule et étale le mésoderme à sa surface, donnant à ses éléments mous une ordonnance lamelleuse. C'est là un de ces *effets de pression* sur lesquels M. le professeur Renaut a attiré l'attention [1], et qui, au sein du tissu connectif, jouent le rôle principal dans la formation des plans endothéliaux à la périphérie des organes qui croissent avec rapidité.

Un fait très remarquable et qui vient à l'appui de l'observation précédente, c'est que l'ectoderme disposé sur les côtés latéraux de la tête sous la forme de deux rangées très nettes, l'une de cellules cubiques (couche génératrice), l'autre de cellules aplaties, cet ectoderme, au fur et à mesure qu'on s'avance vers la voûte du crâne, s'amincit. Ce phénomène est surtout très net dans les

1. Article ÉPITHÉLIAL (tissu) du *Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales*.

coupes passant par les fossettes olfactives. Les cellules génératrices deviennent plus basses; les cellules plates, qui les recouvrent, deviennent plus minces; enfin sur la voûte proprement dite, là où il n'existe plus de couche mésodermique épaisse à cellules rondes, et où la disposition lamelleuse est serrée, l'ectoderme se réduit à une couche d'éléments très minces (voir fig. 1, *e*). Le revêtement ectodermique a donc suivi le mouvement d'expansion; il s'est aminci et a cessé de se stratifier comme obéissant à une action excentrique produisant sur lui un effet tout mécanique.

D'autre part, sur la ligne de contact avec le névraxe, ligne nette répondant à la membrana prima de Hensen, les cellules de la lame mésodermique sont devenues d'une excessive minceur, leurs noyaux sont minces et étroits comme ceux d'une fibre musculaire lisse (voir figure 1, *n*). L'élément, aplati à l'extrême, épouse absolument le contour extérieur de la vésicule neuraxiale. C'est là que l'effet de pression sur le mésoderme est au maximum.

Ainsi se trouve constituée la membrane à laquelle on peut donner le nom de crâne primordial ou de *membrane commune pseudo-dermique*. Ce dernier terme est adopté par M. le professeur Renaut pour désigner la même formation dans la région rachidienne. Nous l'adoptons pour le crâne. Il indique que nous avons ici affaire à un tégument provisoire jouant à la fois le rôle de derme et de crâne membraneux proprement dit.

Mais c'est là une formation purement embryonnaire d'où sortiront plus tard comme d'une matrice commune à la fois et le derme, et les muscles, et le crâne lamelleux proprement dit, et la pie-mère ainsi que les autres méninges.

Les agents de ce remaniement seront avant tout les vaisseaux sanguins.

Au sein du crâne primordial pseudo-dermique existent, dès le début, des îlots de Wolff et de Pander remplis de globules rouges nucléés (voir figure 1, *is*). Ces îlots sont d'autant plus étroits que le crâne primordial est plus lamelleux et plus mince. Tout d'abord ils n'occupent pas de place fixe dans la membrane : les uns sont plus voisins du névraxe; les autres sont plus rapprochés de l'ectoderme. — Sur un même embryon le développement du système vasculaire s'accuse — il importe de le faire remarquer — diversement dans les divers points de la voûte cranienne que l'on considère. C'est ainsi que dans les coupes passant par la fossette olfac-

tive, ce développement est plus marqué que dans celles faites immédiatement en arrière de l'œil. Le système vasculaire enveloppant du névraxe destiné à former la pie-mère primitive végète à partir de la base du crâne vers la voûte de ce dernier. Dans les régions latérales, à la base, le mésoderme est rempli d'énormes fusées vasculaires qui viennent rejoindre une ligne d'îlots vaso-formatifs épousant le contour de l'ampoule neuraxiale et qui sont de moins en moins développés à mesure qu'on s'avance vers le milieu de la voûte du crâne. Dès que cette ligne d'îlots vaso-formatifs est devenue continue entre le névraxe et le crâne primordial, la pie-mère primordiale est différenciée, et la période embryonnaire est désormais close.

Avant de commencer l'étude de la période qui suit, il importe de chercher à se rendre compte des rapports que les éléments cellulaires de la lame pseudo-dermique affectent entre eux. Si, sur un embryon entre 16 et 20 millimètres, on fait une argentation de la voûte, on reconnaît que cette dernière est constituée par des éléments qui affectent une disposition épithélioïde. Un réseau de lignes noires indiquant les limites des cellules qui appartiennent à chaque plan, se montre en dehors des vaisseaux. Mais les figures endothéliales données par le mésoderme disposé en couches lamelleuses, sont encore irrégulières et incertaines. Nous avons en effet affaire à une formation au sein de laquelle les éléments, en voie de multiplication et de transformation incessante, sont d'autre part plongés dans un ciment de mucine qui s'oppose à la réduction régulière de l'argent sur les limites des corps cellulaires. Ces conditions auront cessé d'exister à la fin de la période suivante, qui comprend les embryons dont la longueur oscille entre 25 et 35 millimètres.

§ II. — *Période intermédiaire ou de différenciation : gaine lamelleuse cranienne.*

Description d'une coupe transversale de la voûte du crâne chez un embryon de mouton de 28 millimètres de longueur : ectoderme ; formation muqueuse ; formation lamelleuse. — Formation lamelleuse : ses rapports avec la formation muqueuse; sa structure, ses cellules. Imprégnations au nitrate d'argent. La disposition lamelleuse est un effet mécanique de la compression exercée par le cerveau en voie de développement. Description des lamelles. Elles forment un système de tentes. — Modifications qui se produisent vers la fin de cette période : 1° dans la formation muqueuse; 2° dans la couche lamelleuse.

A cette période, le crâne membraneux s'est élargi; ses dimensions sont devenues telles qu'on peut faire aisément des coupes, soit frontales, soit sagittales, de la région renflée qui fait saillie au-dessus de la face et de la base du crâne comme une ampoule transparente. Ces deux ordres de coupes donnent d'ailleurs des renseignements sensiblement identiques.

Sur un embryon de 28 millimètres fixé par le liquide de Müller et coloré par l'éosine hématoxylique, la constitution des enveloppes du cerveau paraît tout à fait différente de ce qu'elle était dans le stade précédent.

Et tout d'abord la pie-mère primordiale s'est différenciée : elle peut être isolée de la lame mésodermique générale sous la forme d'une membrane extrêmement mince.

De dehors en dedans, les enveloppes du cerveau apparaissent constituées (voir figure 2) :

1° Par une couche d'ectoderme reposant sur sa vitrée, et formée de deux assises (figure 2, *e*). L'une de ces assises, plus superficielle, est formée de cellules plates; l'autre, constituée par des cellules cubiques reposant sur la vitrée, est la couche génératrice.

2° Au-dessous de la vitrée existe une couche de tissu muqueux (figure 2, *mq*), dont les éléments cellulaires anastomosés entre eux sont disposés avec une apparence stratifiée vague, il est vrai, mais nullement lamelleuse. Ce sont des cellules qui semblent s'être développées en toute liberté au sein de la masse fondamentale qui les sépare. L'épaisseur de la lame que nous décrivons, et que nous désignerons désormais sous le nom de *formation muqueuse* du crâne primordial, est à peu près exactement celle des deux tiers de l'enveloppe mésodermique du cerveau. Le tiers inférieur est occupé par la *formation lamelleuse* ou *gaine lamelleuse cranienne* proprement dite.

3° La formation lamelleuse (figure 2, *l*) dont l'épaisseur, avons-nous dit, équivaut au tiers de celle des enveloppes générales de l'encéphale, du moins dans la portion large et étalée de la voûte du crâne, est constituée par des assises parallèles de cellules conjonctives. Celles-ci sont placées dans chaque assise à la suite les unes des autres, de façon à former des plans cellulaires superposés concentriquement à la courbure de la surface du cerveau. Sur les préparations bien fixées par l'acide osmique, ces feuillets cellulaires sont d'une netteté et d'une continuité admirables. Sur les prépara-

tions fixées par les solutions chromiques, l'action de l'eau du réactif a brouillé légèrement cette ordonnance régulière, et les plans s'agencent entre eux comme sur la tranche d'un gâteau feuilleté.

Sur les côtés de la voûte du crâne, là où celle-ci se continue avec les masses épaisses de mésoderme latéral, la disposition feuilletée est moins serrée; et, sur leurs limites, la formation muqueuse et la formation lamelleuse passent de l'une à l'autre par transitions insensibles. Mais sur le plein de la voûte du crâne il n'en est plus ainsi : les dernières cellules de la formation muqueuse anastomosent, il est vrai, leurs prolongements avec ceux des cellules de la première assise de la formation lamelleuse, de manière à produire la continuité organique entre les deux; mais la ligne de démarcation est en dehors de là très nette.

Les délamellations qu'il est maintenant facile d'effectuer, sont très instructives; elles conduisent à cette notion, qu'il s'agit ici de plans endothéliaux superposés, séparés par des lignes de substance fondamentale étroites et tenaces.

Les lamelles qui par leur superposition forment la lame cranienne au sein de laquelle se développeront les os de revêtement, apparaissent chacune comme constituées par des cellules connectives toutes situées sur le même plan. Les noyaux de ces cellules sont semés à plat avec une ordonnance rappelant immédiatement celle des plans endothéliaux. Ils sont colorés en violet sur les préparations à l'éosine hématoxylique. Dans leurs intervalles, on voit alors un protoplasma continu, granuleux, coloré en rose, et ne présentant jamais d'expansions arborisées comme celles des cellules du tissu muqueux. Sur les préparations fixées par l'acide osmique ces lames protoplasmiques sont à peine semées de petites vacuoles; dans les intervalles des noyaux, elles forment un plan granuleux, continu. Les noyaux sont plats, étalés en surface, dépourvus de crêtes d'empreinte, régulièrement ovalaires. A la surface des lamelles, ou sur leurs bords très minces bouleversés par l'action des aiguilles, nombre de cellules ont été détachées, soit totalement, soit partiellement, du plan cellulaire continu auquel elles appartiennent. Elles se montrent alors exactement comparables aux cellules endothéliales du mésentère et de l'épiploon détachées spontanément quelques heures après la mort. Ce sont des plaques de protoplasma d'une minceur extrême, à contour polygonal, à noyau plat, central, transparentes, et se ployant de diverses manières.

Si d'ailleurs sur un embryon de 34 millimètres et en dehors des points occupés par l'ossification qui parfois débute à ce stade au sein de la formation lamelleuse, on imprègne cette dernière à l'aide du nitrate d'argent, la constitution endothéliale vraie des plans cellulaires superposés de la lame cranienne devient évidente (voir figure 5).

On peut compter dans son épaisseur de cinq à sept plans superposés d'endothélium continu. Chacun de ces plans endothéliaux est constitué par un pavé de larges cellules polygonales, à bords, les uns rectilignes, les autres festonnés irrégulièrement. Ces deux formes des bords de la cellule sont souvent réunies dans un même élément : telle cellule sensiblement quadrilatérale montrera, par exemple, deux bords rectilignes et les deux autres festonnés irrégulièrement. Cette disposition suffit pour faire distinguer la forme d'endothélium que nous décrivons, de l'endothélium du type lymphatique.

De plus, en levant ou en abaissant l'objectif, on voit que de distance en distance, et sur des points en somme très rapprochés, les plans endothéliaux passent de l'un à l'autre, une cellule passant à ce niveau dans un plan plus superficiel ou plus profond.

Il en résulte cette première notion, *c'est que les plans cellulaires de la formation lamelleuse répondent bien à des formations endothéliales continues; et qu'en second lieu, ces plans passent fréquemment les uns dans les autres, de manière à constituer en fin de compte ce qu'on appelle un système de tentes.*

Nous arrivons de la sorte au cœur même de notre sujet. Nous voyons que la formation lamelleuse, qui s'est différenciée au sein des enveloppes mésodermiques du cerveau, est comparable à la gaine lamelleuse d'un nerf périphérique, et qu'elle est constituée d'une façon pour ainsi dire identique. En même temps que la différenciation a abouti à la formation de cette pièce, et que, en vertu de son apparition, une membrane relativement solide et résistante s'est établie, au-dessus d'elle le mésoderme sous-ectodermique a été soustrait à l'action immédiate de la force expansive du cerveau et s'est librement développé en une formation muqueuse molle.

Désormais c'est sur la formation lamelleuse que l'action du cerveau se fera exclusivement sentir. Cette action qui réside, nous le répétons, dans la force expansive née du développement des vésicules cérébrales, ordonne en lamelles les différents étages

du tissu fibreux embryonnaire. En se poursuivant, l'action compressive réduit entre les lames de ciment les éléments cellulaires à la forme endothéliale; elle étale le protoplasma, comme le ferait une presse à l'égard de boules de cire. Les lames protoplasmiques ainsi produites arrivent au contact, et sur ce point le ciment intercellulaire se réduit à une ligne sinueuse ou quelquefois rectiligne, suivant que les hasards de la pression ont commandé l'une ou l'autre de ces deux dispositions.

Si l'on examine attentivement les imprégnations, on voit qu'elles ne sont pures, et que le réseau endothélial n'est large que dans les parties qui répondent exactement à la formation lamelleuse proprement dite. Là où les dernières assises de la formation muqueuse sont restées à la surface de la formation lamelleuse, les plans endothéliaux deviennent formés de cellules de moins en moins larges, puis par un faux endothélium, enfin plus superficiellement l'imprégnation devient tout à fait irrégulière et reproduit les figures de tout tissu muqueux imprégné d'argent. Ce fait vient directement à l'appui de la théorie que nous soutenions, il y a un instant. Il montre que la réduction à l'état endothélial des cellules fixes de la formation lamelleuse est d'autant plus parfaite qu'on s'approche du cerveau. L'organe en voie de croissance agit donc par son expansion mécaniquement sur la lame cranienne; celle-ci rend plus serrée l'ordonnance lamellaire de ces plans fibreux, elle réduit d'autant plus exactement à l'état endothélial les cellules des espaces interlamellaires, que ceux-ci sont plus voisins du point d'application de la force, c'est-à-dire de la surface de l'encéphale.

Nous venons de voir que l'examen des argentations donne, pour la formation lamelleuse du crâne, plutôt l'idée d'un système de tentes que celui de plans endothéliaux simplement superposés comme les feuillets d'un livre. Il nous faut maintenant revenir sur cette question.

Sur les coupes faites après fixation par les solutions chromiques, la formation lamelleuse prend un aspect feuilleté tout à fait favorable à l'idée de sa constitution en système de tentes. Au contraire, sur les sections faites après fixation par l'acide osmique, la disposition en lamelles exactement parallèles semble de son côté évidente. Mais si l'on revient aux délamellations, on acquiert un certain nombre de données très instructives, et qui, si on les joint aux

renseignements fournis par les imprégnations au nitrate d'argent, vont nous permettre de donner une solution au problème.

Chez les embryons dont la longueur varie entre 24 et 34 millimètres, les lames isolées se montrent comme des lambeaux d'étoffe qui se plissent et se reploient de diverses manières. Sur les points où deux plans de la formation lamelleuse ont été artificiellement séparés et rejetés à droite et à gauche, l'un étant le plus souvent replié sur l'autre, on ne voit que des noyaux, des nuages protoplasmiques, et une série de cellules en partie ou totalement arrachées de leur contact avec leurs voisines et reployées elles-mêmes diversement. Les bords de ces cellules, ou les plis de leurs lames protoplasmiques à angle vif, donnent, sous un faible grossissement, l'illusion de faisceaux connectifs embryonnaires. Avec un objectif à grand angle d'ouverture, on reconnaît qu'il n'en est rien. L'apparence fibrillaire est toujours formée, dans les intervalles des noyaux, et en dehors des plis précités, par des traînées granuleuses de protoplasma que l'éosine colore avec élection en rose franc. Au début donc, la substance fondamentale disposée entre les plans endothéliaux et formant les lamelles de substance connective, n'est pas davantage parcourue par des faisceaux conjonctifs que ne l'est celle du tissu muqueux sus-jacent à la formation lamelleuse.

Dans ces conditions, il est aisé de voir sur les délamellations que des éléments de lamelles, superficielles, par exemple, et faisant saillie à la surface de la préparation, passent dans le plan net de clivage suivant lequel la lamelle a été isolée. Ici donc encore, et comme dans les préparations imprégnées d'argent, l'analyse histologique semble démontrer que l'on a affaire à un système de tentes.

L'union des lamelles entre elles est extrêmement étroite et solide chez les embryons dans lesquels aucune trace d'ossification cranienne n'a encore apparu, et chez ces derniers dans les points de la formation lamelleuse qui sont restés absolument étrangers au processus de l'ossification. C'est à peine si, par hasard, sur les coupes faites après l'action de l'acide osmique, on voit de temps à autre une lamelle se détacher des autres sur un petit parcours et apparaître comme un mince ruban qui, en se retournant, s'est posé à plat (voir figure 4, *m*). Mais l'étude de ces accidents de préparation est très instructive, car c'est en de tels points qu'on voit se dégager des lamelles formées d'une assise cellulaire unique. On voit alors que les noyaux sont semés tous au même niveau

au sein d'un protoplasma continu, simplement rendu quelque peu vacuolaire par l'action du réactif fixateur à véhicule aqueux. Nulle part il n'existe de *trou* dans la nappe protoplasmique plane où sont semés les noyaux à peu près équidistants. Ce fait a une très grande importance : il montre qu'on a bien affaire ici à un plan de cellules connectives réduites à l'état endothélial. Si en effet l'on avait affaire à un faux endothélium, c'est-à-dire à des cellules connectives très aplaties par la pression, mais néanmoins encore rameuses, il y aurait une série de trous entre les branches anastomotiques membraniformes de ces cellules.

Il importe maintenant de poursuivre l'étude des changements qui vont marquer la fin de la période intermédiaire ou de différenciation. Nous venons d'en voir sortir à l'état complètement constitué la couche lamelleuse du crâne. Mais au sein de la couche muqueuse et de la couche lamelleuse de nouveaux phénomènes de différenciation vont successivement dégager une série de formations nouvelles.

A. *Couche commune dermo-musculaire*. — Déjà sur l'embryon de 28 millimètres on voit au sein de la formation muqueuse, vers l'union du quart externe avec les trois quarts internes de son épaisseur, apparaître une ligne de vaisseaux. Ce sont ces vaisseaux qui, végétant plus tard de la profondeur vers la surface, formeront le système vasculaire du derme, et au-dessous desquels se développera la ligne des muscles enveloppant plus ou moins la voûte cranienne. Mais en dehors de là la formation muqueuse ne subit aucune modification. Ni au-dessus, ni au-dessous, l'ordonnance des éléments du tissu muqueux ne varie; rien entre l'ectoderme et la face externe de la formation lamelleuse n'indique une différenciation quelconque.

Il n'en est plus de même chez l'embryon de 35 millimètres. Dans les coupes, soit frontales, soit sagittales, la formation muqueuse s'est nettement divisée en deux assises.

De ces deux assises, l'une est superficielle et comprend les deux tiers de l'épaisseur de la formation muqueuse. Les éléments du tissu muqueux y ont un ordre plus serré : c'est la couche dermo-musculaire. L'étage inférieur de la formation muqueuse, constituant le rudiment du tissu conjonctif lâche sous-cutané, est occupé par des éléments stratifiés, mais en ordre beaucoup moins serré.

Enfin, sur la limite des deux étages de la formation muqueuse, il

existe une bande au sein de laquelle les cellules connectives sont disposées en stratification plus serrée encore. Les cellules ont un protoplasma granuleux, fortement coloré en rose dans les préparations traitées par l'éosine hématoxylique. C'est au niveau de cette bande que se développera la ligne des muscles, là où ces derniers devront exister. En même temps les vaisseaux appartenant au plan qui existe au voisinage de l'ectoderme, poussent des pointes d'accroissement vers la bande dont nous venons de parler, et rejoignent certaines de ses cellules, celles dont le protoplasma est fortement granuleux et vivement coloré en rose par le réactif. Ces derniers éléments ne sont probablement autre chose que des cellules vaso-formatives en rapport avec l'organisation des vaisseaux du plan musculaire, dont l'apparition est ici prochaine. Cette présomption se transforme d'ailleurs en certitude par un examen attentif, car au sein de quelques-unes de ces cellules on voit des globules rouges avec leur coloration brique caractéristique due à l'éosine.

B. Formation lamelleuse. — Des modifications du même ordre ne tardent pas à s'effectuer au sein de la formation lamelleuse. — Tout d'abord entre 28 et 34 millimètres, on voit au sein de cette dernière se développer des cellules vaso-formatives. Celles-ci occupent les intervalles des lamelles. Dans les délamellations on les reconnaît du premier coup sur les objets fixés par l'acide osmique et colorés par l'éosine hématoxylique. Ce sont des cellules bien différentes des cellules endothéliales interlamellaires. Leur corps protoplasmique est allongé, rameux; souvent deux de ces cellules communiquent par leurs expansions protoplasmiques granuleuses et fortement colorées en rose. Leurs noyaux subissent la division indirecte. La substance chromatique se divise en une série de grains disposés en rosette élégante. Sur d'autres cellules on voit deux noyaux nouvellement formés à petite distance l'un de l'autre, ronds et de très petite taille, et colorés par le réactif d'une façon intense en violet presque noir. Bientôt on voit apparaître des globules rouges nucléés et des globules définitifs dans ces cellules vaso-formatives qui sont semées sans règle dans l'épaisseur de la membrane.

En même temps, un plan de vaisseaux apparaît au milieu exact de la formation lamelleuse, c'est-à-dire à égale distance de sa face supérieure et de sa face inférieure. A ce moment, dans le plan

même de ces vaisseaux, sur une ligne médiane qui divise la formation lamelleuse au-dessus et au-dessous d'elle en deux étages de même hauteur, celle-ci subit une modification remarquable.

Sur les coupes faites après fixation par le bichromate et colorées à l'éosine hématoxylique, dans cette région les noyaux deviennent plus abondants, plus serrés. Sur les coupes faites après fixation par l'acide osmique, dans cette même bande, les lamelles deviennent granuleuses, comme fondues en une substance homogène, cassante. Les traits longitudinaux, indicateurs des étages de la formation lamelleuse, ne sont plus occupés par une ligne brillante répondant à une bandelette de substance connective. Sur ces lignes les noyaux apparaissent comme enserrés dans des loges étroites à la façon de ceux des corpuscules osseux fœtaux. Cette bande n'est autre chose que la *bande homogène de préossification*.

Je viens de parler, il y a un instant, des vaisseaux de la voûte du crâne. Je dois dire un mot aussi de ses nerfs.

Sur un très grand nombre de préparations au chlorure d'or que j'ai faites, je n'ai rencontré qu'une seule fois une branche nerveuse dans la formation lamelleuse. Cette branche, assez grosse, se trouvait entre les lamelles externes.

Les nerfs que renferme la voûte du crâne membraneux sont situés dans la partie la plus superficielle de la formation muqueuse, immédiatement au-dessus du plan formé par le réseau vasculaire. Ils rampent et végètent à la face inférieure de l'ectoderme, où on les voit se diviser et se brancher, sans s'anastomoser entre eux. Dans les endroits où il y a des fibres musculaires en voie de développement, on trouve aussi des branches nerveuses dans le plan de ces fibres.

Les préparations à l'acide osmique, montées simplement dans la glycérine pure, montrent que ces nerfs sont constitués par des cylindraxes nus, encore dépourvus de myéline. Les préparations à l'acide osmique, quand elles ont été colorées à l'éosine hématoxylique ou au carmin aluné, montrent également que la surface de ces faisceaux de cylindraxes est couverte de noyaux placés à une petite distance les uns des autres; on ne voit pas de noyaux dans l'intérieur des faisceaux, entre les fibres.

§ III. — *Période fœtale ou d'ossification de la lame ostéogène.*

Description de la bande homogène de préossification chez le rat. Cette bande

chez le mouton n'a qu'une existence tout à fait éphémère. — La formation lamelleuse présente maintenant trois étages : un médian osseux; un supérieur, qui sera le périoste externe; un interne, qui sera la dure-mère. — Comment la formation lamelleuse se transforme peu à peu en périoste et résultats fournis par les imprégnations à cette période.

A la fin de la période de différenciation, la voûte cranienne possède toutes ses formations essentielles. La couche dermo-musculaire, le tissu cellulaire sous-cutané, se sont dégagés dans leurs rudiments. La formation lamelleuse s'est constituée; puis en son milieu est apparue la bande homogène de préossification.

Celle-ci mérite de nous arrêter un instant. Ce n'est pas chez le mouton qu'on peut en faire l'étude, parce que là son existence est tout à fait éphémère et qu'on a peine à la saisir. C'est chez l'embryon de rat qu'il convient d'en faire l'étude. Celle-ci a été faite par M. le professeur Renaut; il en a consigné les résultats dans son *Traité d'histologie pratique* actuellement sous presse, et il a bien voulu nous communiquer ceux qui suivent.

« Dans un pareil objet d'étude, c'est-à-dire chez le rat, les délamellations pratiquées au niveau de la bande homogène, ou mieux sur ses limites supérieure et inférieure, montrent d'emblée quel est le mode singulier suivant lequel s'opère la préossification des os de revêtement de la voûte du crâne. Quand on isole les lamelles au début de la préossification, on voit encore à leur surface les nuages protoplasmiques reliant les noyaux. La constitution endothéliale des cellules formant le plan lamellaire n'a point varié : il s'agit d'un endothélium continu. Mais la substance fondamentale supportant chaque plan de cellule a subi une différenciation. Un treillis de fibres connectives d'une délicatesse admirable s'est formé au sein de la substance muqueuse collagène. Dès que la préossification s'opère, ces fibres, de souples qu'elles étaient, deviennent rigides; elles subissent ensuite l'osséinisation. Sur les lamelles où cette osséinisation est tout à fait à ses débuts, chaque lame paraît semée d'une multitude de petites granulations solides, d'une finesse extrême et que les réactifs de l'osséine colorent avec élection. En même temps les cellules endothéliales deviennent d'une minceur et d'une délicatesse extrêmes; leurs noyaux sont plus difficilement colorables, leurs lamelles se serrent étroitement et se soudent les unes aux autres. La bande homogène de préossification devient fragile comme une lame osseuse et casse net. Bientôt les cellules

fixes se multiplient, forment des nids de cellules, rassemblent dans les intervalles de ces nids les faisceaux connectifs rigides osséinisés et qui prennent de ce chef la signification de fibres de Sharpey minuscules. Puis, ces fibrilles de Sharpey continuant à se former, au bout d'un certain temps, chacune des cellules fixes est environnée de toutes parts de ces fibres rapprochées et écartées tour à tour, etc... Bref pour un étage de la formation lamelleuse pris en particulier, la disposition endothéliale a fait place à une formation osseuse continue et pelliculaire.

« Dans cette formation osseuse absolument comparable à la croûte osseuse périchondrale des os longs, les corpuscules osseux, on le voit, viennent directement des cellules connectives de la formation lamelleuse. Comme d'autre part, avant la préossification, ces mêmes cellules avaient été réduites à l'état de plans endothéliaux parfaits, nous arrivons à dégager un point bien particulier et en apparence paradoxal de l'ostéogenèse : à savoir que les cellules fixes de la première formation osseuse qui apparaissent dans la voûte du crâne, sont directement issues d'éléments endothéliaux. »

Chez le mouton, ainsi que nous l'avons déjà dit, la phase de préossification est tout à fait éphémère. Elle ne s'achève pas pour ainsi dire. A la place de la bande homogène de préossification, on voit, chez les embryons dont la longueur varie entre 35 et 45 millimètres, un puissant bourgeonnement des vaisseaux, et tout autour d'eux se montrent les éléments de la moelle : ce sont de grosses cellules présentant de courts prolongements protoplasmiques. Puis, à distance des vaisseaux se rangent les ostéoblastes, et désormais l'ossification se poursuit d'après son mode ordinaire.

La formation lamelleuse est maintenant scindée en trois étages (voir figure 6) :

1° L'un médian : c'est la bande osseuse définitive;

2° L'étage supérieur où la constitution lamelleuse subsiste, qui sera le périoste externe ou péricrâne;

3° L'étage inférieur qui formera le périoste interne ou dure-mère cranienne, et qui a gardé sa constitution lamelleuse intacte.

Si maintenant on poursuit l'étude de ce qui reste de la formation lamelleuse dans les stades ultérieurs chez l'embryon de mouton jusqu'à 60, 65 millimètres, et même davantage, on a l'explication des figures que donnent régulièrement les imprégnations d'argent, soit du péricrâne, soit de la dure-mère fœtaux.

Immédiatement au-dessus et au-dessous du plan d'ossification parcouru par des travées osseuses, apparaissent une série de plans endothéliaux. Ils répondent aux parties de la formation lamelleuse édifiées au voisinage de l'os sur le type primitif. Ce sont des plans endothéliaux vrais. Mais au fur et à mesure que l'os s'accroît, la formation lamelleuse se reforme par ses parties superficielles, tandis qu'elle se détruit sur la ligne de contact avec l'os en voie d'accroissement. Ce mouvement formateur ne s'effectue bientôt plus de façon à donner naissance à du tissu fibreux du type initial : les nouvelles assises fibreuses appartiennent à un type de tissu de plus en plus rapproché du type adulte. La croissance du cerveau n'agit plus avec la même énergie sur les éléments du tissu connectif. Ceux-ci ne sont plus seulement formés par des lignes de cellules molles aisément réductibles à l'état endothélial, ni par des lignes de substance fondamentale amorphe liquide ou semi-liquide. Le tissu fibreux possède une trame connective formée de faisceaux.

Aussi dès lors l'expansion de l'encéphale n'aboutit plus qu'à réduire ces éléments cellulaires à l'état d'un faux endothélium, puis d'assises de cellules plates, rameuses, réservées en blanc au sein d'une substance fondamentale, sur laquelle le nitrate d'argent s'est réduit en bistre.

IV. — Signification morphologique du crane membraneux des mammifères.

Les os de la voûte du crâne sont des pièces exosquelettales d'un type individuel. — Différences des os du crâne avec les os dermiques de l'orvet. — Le crâne membraneux est d'emblée une pièce du squelette, un modèle préformé. — Comparaison de la formation lamelleuse du crâne avec la gaine lamelleuse des nerfs périphériques. — Les os du revêtement du crâne se continuent avec ceux de la base, dont le modèle cartilagineux est préformé, en affectant à l'égard de ces derniers des relations semblables à celles du maxillaire inférieur avec le cartilage de Meckel.

Nous avons arrêté notre étude du crâne membraneux à la période fœtale, c'est-à-dire à un moment où les enveloppes du cerveau sont, dans la région de la voûte, désormais définies et reconnaissables, bien que leur développement ne soit nullement achevé. Il importait maintenant de chercher à dégager la signification morphologique du crâne membraneux. Mais une telle

question était bien au-dessus de nos forces, et nous avons été très heureux que notre maître, M. le professeur Renaut, ait eu la bonté de rédiger pour nous sur ce sujet la note qu'on va lire :

« Un fait qui est aujourd'hui admis par tous les morphologistes, c'est que les os de revêtement du crâne sont des formations exosquelettales; on leur attribue communément la pure signification d'os dermiques. Mais si l'on examine bien, il n'est pas difficile de voir que ces os développés au sein du tissu fibreux, sans aucun modèle cartilagineux préformé, présentent avec les formations osseuses exosquelettales, telles que nous les rencontrons chez certains termes de la série, des différences tout à fait essentielles.

« On peut prendre l'orvet (*anguis fragilis*) pour type des vertébrés dont l'exosquelette et l'endosquelette coexistent et sont édifiés sur un plan dont la régularité et la continuité ne laissent absolument rien à désirer pour l'étude. De la tête à la queue on voit en effet l'endosquelette occuper l'axe de l'animal, et constituer son système de soutènement intérieur à l'aide d'un arc neural et d'un arc viscéral partant des centres vertébraux disposés eux-mêmes autour de la corde en série métamérique. Tout ce squelette intérieur se développe au sein du tissu fibreux dans lequel les pièces ont été précédées de modèles déterminant leur forme et constitués eux-mêmes par du cartilage hyalin.

« D'autre part, à la périphérie de tout le corps de l'animal, *au sein du derme cutané*, l'exosquelette s'est développé sous forme de lames osseuses constituées exclusivement par des fibres de Sharpey, c'est-à-dire par les éléments du squelette fibreux dermique ayant subi l'osséinisation, puis l'imprégnation calcaire, en même temps que les cellules fixes ont, par adaptation, pris le caractère de cellules osseuses. Cette transformation, absolument comparable à l'ossification des tendons des pattes des oiseaux, établit le type ostéo-fibreux des lames osseuses exosquelettales. A peine voit-on pénétrer plus tard dans les plaques osseuses dermiques quelques vaisseaux entourés d'ostéoblastes, édifiant au sein du tissu ostéo-fibreux quelques canalicules de Havers. Les pièces osseuses exosquelettales sont donc bien ici des formations ostéo-fibreuses d'origine dermique. Le derme se construit d'abord, puis dans certaines de ses parties il s'ossifie. A l'origine la plaque osseuse est constituée uniquement par des fibres de Sharpey qui ne sont rien autre chose que les anciens faisceaux fibreux du derme, avec leur agencement,

leurs rapports réciproques, absolument restés tels qu'ils étaient avant le début de la période d'ossification. En d'autres termes, dans chaque plaque exosquelettale le derme précède, l'ossification suit, envahissant purement et simplement le tissu connectif modelé tel qu'il se présente au moment où l'ossification débute. Le mouvement de pénétration vasculaire ultérieur qui achève de modeler l'os dermique et en particulier préside à l'ossification des demi-systèmes de Havers papilliformes, situés immédiatement au-dessous d'écailles cornées disposées les unes au-dessous des autres comme des ongles imbriqués suivant une certaine loi, ce mouvement est absolument secondaire; il constitue l'acte clôtural de la variation modelante au sein de la pièce exosquelettale.

« L'édification des os de la voûte du crâne suit des procédés absolument différents. Ici la pièce du squelette ne naît nullement d'une différenciation du derme cutané; elle précède le derme lui-même. En effet au-dessus de la lame cranienne pseudo-dermique initiale, entre elle et l'ectoderme, on voit se dévolopper une épaisse formation muqueuse. C'est de cette formation, qui à son origine n'appartient nullement au type embryonnaire du tissu conjonctif modelé, que se dégagera plus tard le derme proprement dit. Quand ce dernier n'a même pas commencé d'apparaître, quand ce qui sera plus tard la peau, l'aponévrose péricranienne et les muscles sous-cutanés, forme une bande unique de tissu muqueux juxta-ectodermique et montrant à peine une ordonnance plus serrée que celle de la bande subjacente qui sera le tissu cellulaire sous-aponévrotique, les pièces squelettales de la voûte cranienne sont déjà représentées par une formation indivise, il est vrai, mais déjà typique : la formation lamelleuse.

« Cette voûte lamelleuse du crâne constitue un véritable modèle préformé de la voûte osseuse future. Ce modèle se dégage au sein du mésoderme bien avant le derme lui-même : le terme d'os dermique appliqué aux os de revêtement du crâne est donc impropre. De telles pièces sont exosquelettales, il est vrai, ce sont des os exclusivement nés au sein du tissu fibreux, mais non issus d'une différenciation secondaire du derme cutané.

« Depuis déjà longtemps [1] je suis arrivé à considérer le tissu conjonctif modelé sous la forme fibreuse comme représentant le sque-

1. Système hyalin de soulèvement des centres nerveux et de quelques organes des sens. *Archives de physiologie*, 1881.

lette primordial chez les vertébrés et les animaux tels que les mollusques, dont les tissus de substance conjonctive se mettent en série naturelle avec ceux des vertébrés. Au sein de ce tissu fibreux et par des flexions morphologiques de leurs éléments propres commandées par les nécessités fonctionnelles survenues se dégagent ensuite des tissus squelettaux secondaires adaptés aux besoins des fonctions de soutènement. Le tissu fibro-hyalin dont le type subsiste chez les vertébrés (nodule sésamoïde du tendon d'Achille des grenouilles, anneau du nerf optique du caméléon, etc.), le tissu cartilagineux, le tissu osseux chez les vertébrés, se succèdent ensuite pour donner aux pièces du squelette une constitution histologique de mieux en mieux adaptée aux fonctions et une forme de plus en plus définie dès le début de leur apparition. Chez les vertébrés les pièces exosquelettales, celles du système dermique, sont les moins fixes de toutes. Les écailles osseuses d'un orvet n'ont nullement chacune la figure typique du dernier même des sésamoïdes de l'endosquelette précédé d'un modèle cartilagineux.

« Les os du crâne appartiennent, il est vrai, aux groupes des formations exosquelettales chez les mammifères; mais leur rôle est tellement élevé qu'ils ne peuvent plus être considérés comme de simples pièces d'adaptation du mésoderme tégumentaire aux fonctions de soutènement. Leur origine demeurant néanmoins exosquelettale, et leur fonction ayant exigé que rien de contingent ne subsistât dans la constitution de la voûte cranienne, les os du crâne ont acquis un modèle préformé d'une nature toute particulière et pour ainsi dire individuelle : ce modèle qui équivaut comme régularité et comme solidité à un modèle cartilagineux, c'est la formation lamelleuse.

« Cette formation lamelleuse issue de la lame mésodermique péri-encéphalique est, en effet, aussi solide et aussi régulière dans sa forme qu'une capsule qui serait formée par du tissu cartilagineux hyalin. Par la préossification dont sa bande centrale est le siège, et qui se poursuit sur les deux faces de l'os plat en voie de développement de lamelle en lamelle, elle sert de guide et de soutien à la pièce osseuse, en même temps qu'elle détermine sa forme d'os plat.

« Pour constituer ce modèle préformé, dont jusqu'ici, à notre connaissance, on n'a pas trouvé d'analogue dans les os autres que ceux de la voûte du crâne développés au sein du tissu fibreux et

non précédés de cartilage, le tissu fibreux a subi une flexion morphologique extrêmement intéressante. Il s'est disposé en lamelles étroitement serrées, séparées les unes des autres par des plans endothéliaux. A l'origine, quand la fonction exigeait une homogénéité, une résistance et en même temps une croissance continue suivant d'un pas égal celle de l'encéphale pour ce modèle de la voûte cranienne, la substance fondamentale du tissu connectif est restée amorphe, soudant les lamelles entre elles presque aussi solidement que la substance fondamentale d'un cartilage relie les uns aux autres ses étages cellulaires successifs.

« Actuellement, une question se présente.

« La formation lamelleuse du crâne possède la constitution à peu près complète de la gaine lamelleuse d'un cordon nerveux périphérique. Comme cette gaine lamelleuse, elle est formée de lamelles minces concentriquement disposées en système de tentes. Comme dans une gaine lamelleuse les plans endothéliaux interlamellaires sont d'autant plus parfaits qu'ils occupent un étage plus voisin de la surface de l'encéphale. Enfin le mécanisme de formation des lamelles minces et des plans endothéliaux aux dépens du tissu fibreux est exactement le même dans la formation lamelleuse du crâne et dans la gaine lamelleuse d'un nerf. Comme je l'ai démontré pour la gaine lamelleuse [1], il s'agit ici d'une disposition anatomique acquise par des effets de pression.

« Faut-il aller plus loin et tirer des faits cette déduction qui, au point de vue morphologique, ne manquerait pas d'une certaine élégance, à savoir que le névraxe encéphalique serait à l'origine entouré d'une gaine lamelleuse comme l'est un cordon nerveux périphérique. Une pareille homologie morphologique a été récemment faite par M. Hache à propos du corps vitré de l'œil.

« Cependant si l'on se place au point de vue morphologique véritablement élevé d'où l'on ne doit jamais sortir, quand on veut déterminer des homologies, il ne convient peut-être pas beaucoup d'insister sur celle-ci. La voûte lamelleuse du crâne, la gaine lamelleuse d'un nerf, sont évidemment des formations homologues, en ce sens que l'une et l'autre sont des pièces fibreuses, squelettales, ou plutôt des pièces fibreuses édifiées pour obéir aux fonctions de soutènement et de protection des organes autour desquels elles sont

1. Article ÉPITHÉLIAL (tissu) du *Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales*, p. 307.

disposées. Mais en dehors de là la constitution lamelleuse serrée des deux formations, la réduction des lignes de cellules fixes interlamellaires à l'état endothélial se sont effectuées de la même manière sous l'empire de conditions mécaniques du même ordre. »

Il nous reste encore à examiner le mode de raccord des pièces de la voûte du crâne avec celles de la base.

Si, sur un embryon de 57 millimètres, on pratique une coupe transversale de la voûte du crâne à son union avec la base, au niveau de la partie postérieure de la région orbitaire (figure 7), on constate les faits suivants.

La portion profonde de la formation lamelleuse se continue en ligne directe avec le périchondre de la lame cartilagineuse. La portion superficielle de cette formation lamelleuse, constituant le périoste externe de l'os de revêtement, passe sans s'infléchir et en droite ligne de beaucoup en dehors de la lame cartilagineuse de la base. Dans l'intervalle de cette portion de la gaine lamelleuse et du périchondre externe de la lame de cartilage, l'os se poursuit pendant un certain temps faisant suite à l'os de la voûte. L'ossification se fait là d'une façon tout à fait régulière, tandis que la lame cartilagineuse prolongeant le système de la base reste au repos et ne montre aucun indice de mouvement d'ossification. Cette lame joue donc, par rapport au prolongement de l'os de revêtement situé en dehors d'elle et prenant appui sur sa face externe, le même rôle qu'un cartilage de Meckel par rapport à l'ossification du maxillaire inférieur.

Nous voici arrivé à la fin de la tâche que nous nous étions imposée. Certains faits peuvent être maintenant dégagés de notre étude et être présentés sous la forme de conclusions :

1° Les os de revêtement de la voûte du crâne naissent, non pas d'une différenciation du derme cutané, mais d'une différenciation du mésoderme précédant de beaucoup le dégagement du derme à l'état distinct;

2° Cette différenciation donne lieu à la *formation lamelleuse* du crâne. Celle-ci est constituée déjà dès le début, chez l'embryon de 16 millimètres, à l'état de tissu conjonctif modelé embryonnaire nettement lamelleux;

3° Quand elle a acquis par le développement une résistance suffisante pour s'opposer à la propagation des effets de pression

dus à l'expansion encéphalique à toute l'épaisseur du mésoderme, ce dernier se développe librement entre elle et l'ectoderme en une formation de tissu muqueux, au sein de laquelle le derme de la voûte du crâne se développera dans un stade très ultérieur.

4° La formation lamelleuse est constituée par des lamelles disposées en système de tentes. Les plans de cellules fixes interlamellaires sont des plans endothéliaux vrais.

5° La formation lamelleuse constitue le modèle préformé des os plats de la voûte du crâne. Ce modèle développé par une adaptation particulière du tissu connectif qui a pris le type du tissu engainant, est particulier aux os de revêtement de la voûte; on ne le retrouve pas dans les os fibreux non précédés de cartilage; il constitue, exactement comme une pièce de cartilage, le modèle où l'os plat prend sa forme.

6° La bande de préossification médiane de la formation lamelleuse est constituée par une série de lamelles dont la trame connective se transforme en un treillis de minuscules fibres de Sharpey, et dont les cellules fixes endothéliales donnent naissance aux corpuscules osseux fœtaux.

7° Les os de revêtement du crâne, au niveau de leur jonction avec les pièces cartilagineuses du système de la base, se poursuivent extérieurement à la surface du cartilage au repos et le prennent pour point d'appui.

Explication de la Planche XX.

FIGURE 1. — Embryon de mouton de 16 millimètres de long : coupe transversale de la voûte du crâne et de la paroi de la vésicule cérébrale antérieure. — Acide osmique. Inclusion au collodion. Éosine hématoxylique. — *e*, ectoderme; *m*, mésoderme; *is*, îlot sanguin; *g*, globule rouge nucléé; on en voit plusieurs autres sur la préparation, isolés ou réunis en îlots; *n*, noyau très aplati du mésoderme; *b*, zone périphérique de substance blanche; *cr*, chaînes radiales de prolifération; *ep*, ligne ou cuticule de l'épendyme. — 190 diamètres.

FIGURE 2. — Embryon de mouton de 28 millimètres de long : coupe transversale de la voûte du crâne au niveau de la région frontale. — Liquide de Müller. Alcool. Éosine hématoxylique. — *e*, ectoderme; *mu*, formation muqueuse; *v*, vaisseau vu en long; *v'*, coupe d'un vaisseau; *l*, formation lamelleuse; *f*, fente produite dans cette formation par l'action du liquide fixateur; *pm*, pie-mère; *nv*, lambeau de névraxe resté adhérent à la voûte. — 190 diamètres.

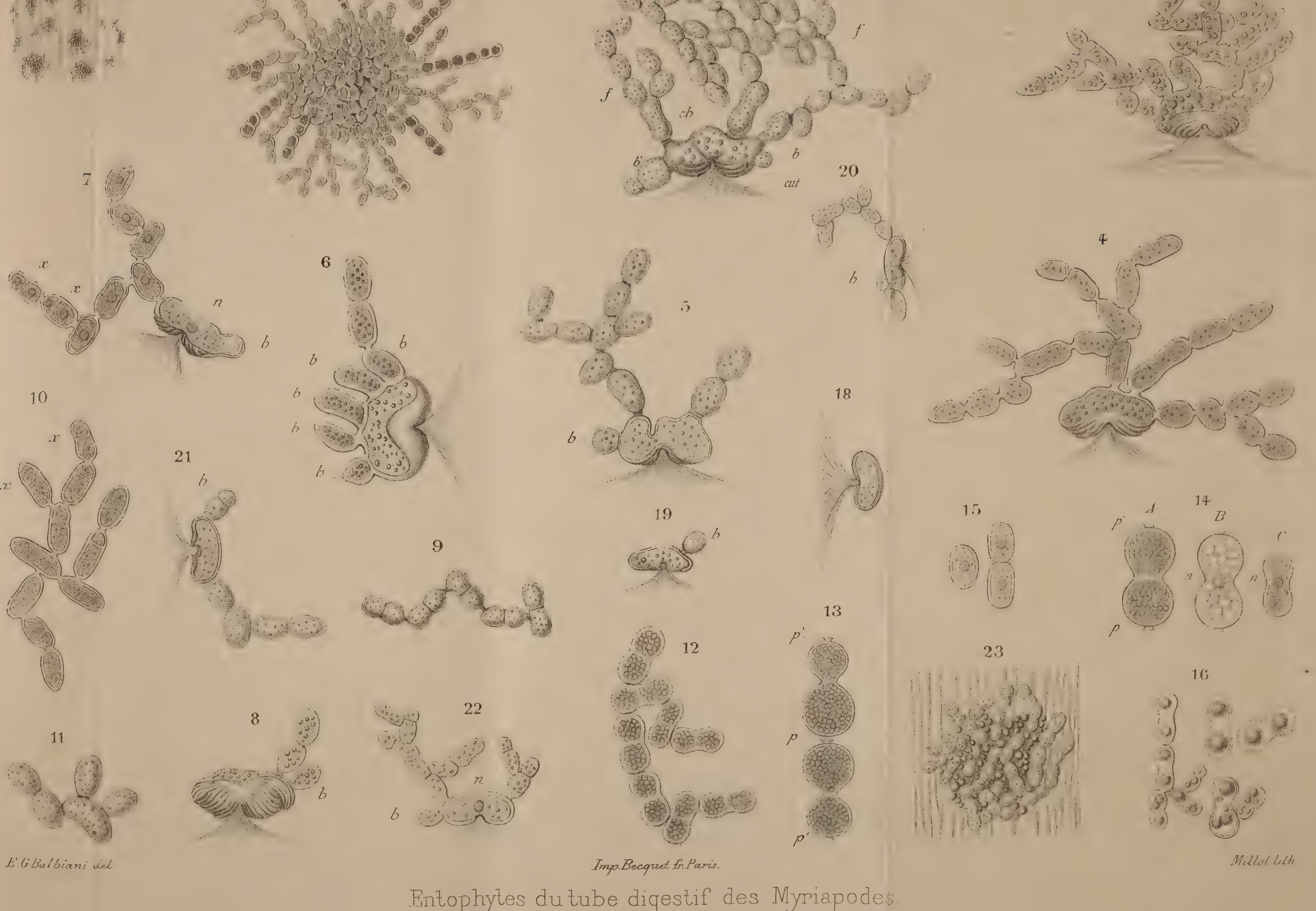
FIGURE 3. — Embryon de mouton de 34 millimètres de long : coupe transversale de la voûte du crâne au niveau de la région frontale. — Acide osmique. Alcool. Éosine hématoxylique. — *mu*, formation muqueuse; *l*, formation lamelleuse; *lm*, lamelle étalée à plat dans une fente de cette formation; *pm*, pie-mère. — 190 diamètres.

FIGURE 4. — Coupe transversale de la voûte du crâne, faite sur le même embryon et dans la même région que celle de la figure 3. — La formation lamelleuse, *l*, s'est fendue; et dans la fente on voit une lamelle, *lm*, qui s'est renversée et étalée à plat; *l'm'*, autre lamelle qui s'est posée à plat; *pm*, pie-mère. — 190 diamètres.

Figure 5. — Embryon de mouton de 34 millimètres de long (cet embryon était le frère jumeau de celui qui m'a fourni les coupes représentées par les figures 3 et 4) : imprégnation au nitrate d'argent de la formation lamelleuse, au niveau de la région frontale. — *a*, un plan d'endothélium; *a'*, un plan sous-jacent dont les lignes intercellulaires sont représentées par des traits plus fins que pour le précédent. Pour ne pas compliquer la figure, on a représenté seulement ces deux plans d'endothélium; mais il y en avait un plus grand nombre sur la préparation. — 360 diamètres.

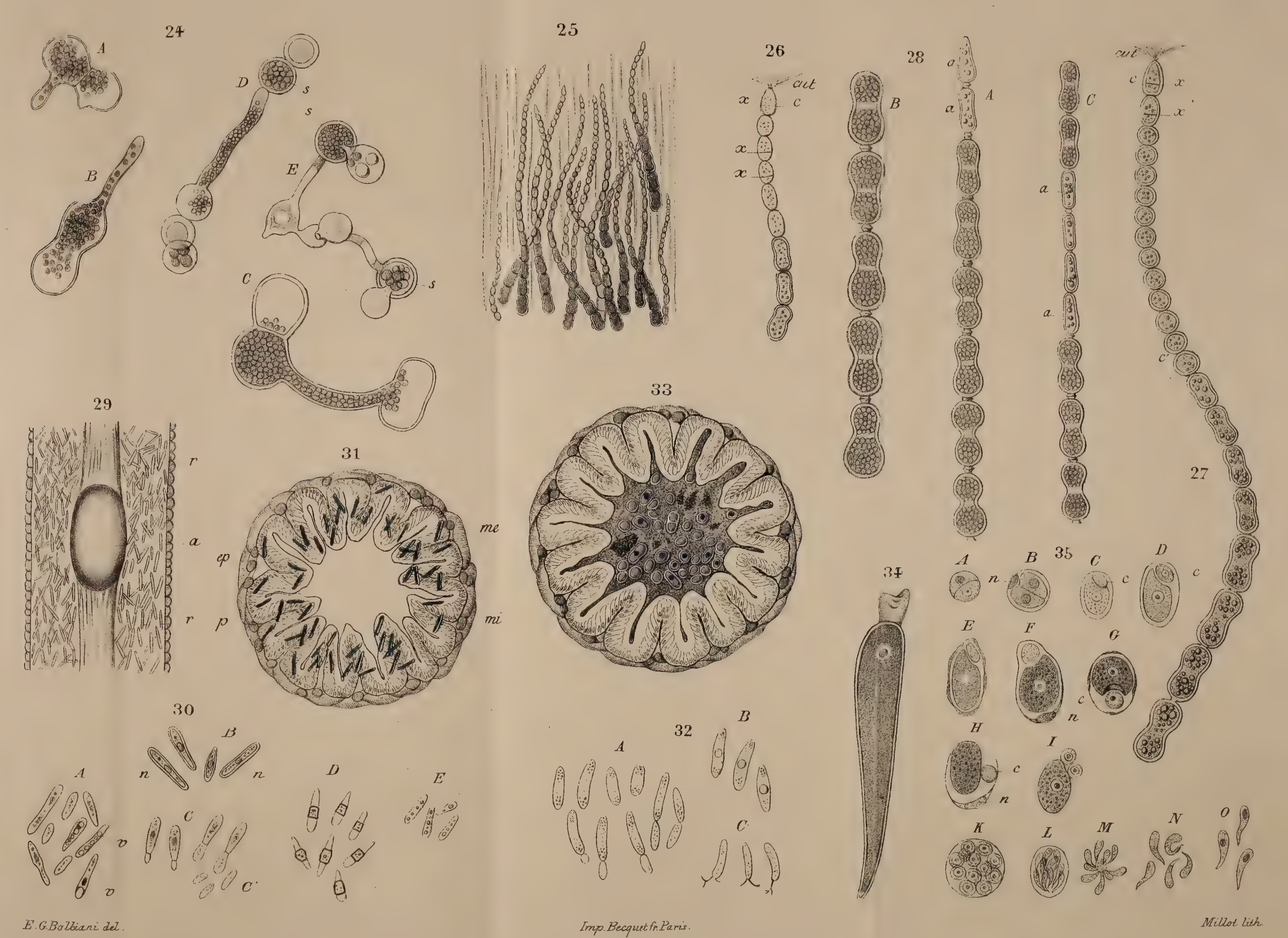
Figure 6. — Embryon de mouton de 45 millimètres de long : coupe antéro-postérieure de la voûte du crâne, au niveau de la région frontale. — Liquide de Müller, alcool, éosine hématoxylique. — *e*, ectoderme ; *mu*, formation muqueuse; *d*, derme qui commence à se différencier; *fm*, plan de fibres musculaires en voie de développement dont l'ordonnance a été dérangée par le rasoir au moment où la coupe a été faite; *g*, globule rouge à noyau, mesurant 12 μ ; *l*, portion externe de la formation lamelleuse ; *l'*, portion interne de cette formation; *i*, étage intermédiaire ou médian dans lequel se forme le tissu osseux; *o*, coupe d'une travée osseuse; *ot*, ostéoblastes; *pm*, lambeau de pie-mère. — 190 diamètres.

Figure 7. — Embryon de mouton de 57 millimètres de long : coupe transversale de la voûte du crâne à son union avec la base, au niveau de la partie postérieure de la région orbitaire. — Liquide de Müller, alcool, éosine hématoxylique. — *e*, ectoderme; *l*, portion externe de la formation lamelleuse; *l'*, portion interne de cette formation qui, au point *r*, où elle rencontre le cartilage *c*, se subdivise en deux lames dont l'une passe en dehors et l'autre en dedans pour former le périchondre; *o*, coupe d'une travée osseuse; *ag*, angle déterminé par le redressement de la courbure de la paroi cranienne. — 30 diamètres.



Entophytes du tube digestif des Myriapodes.

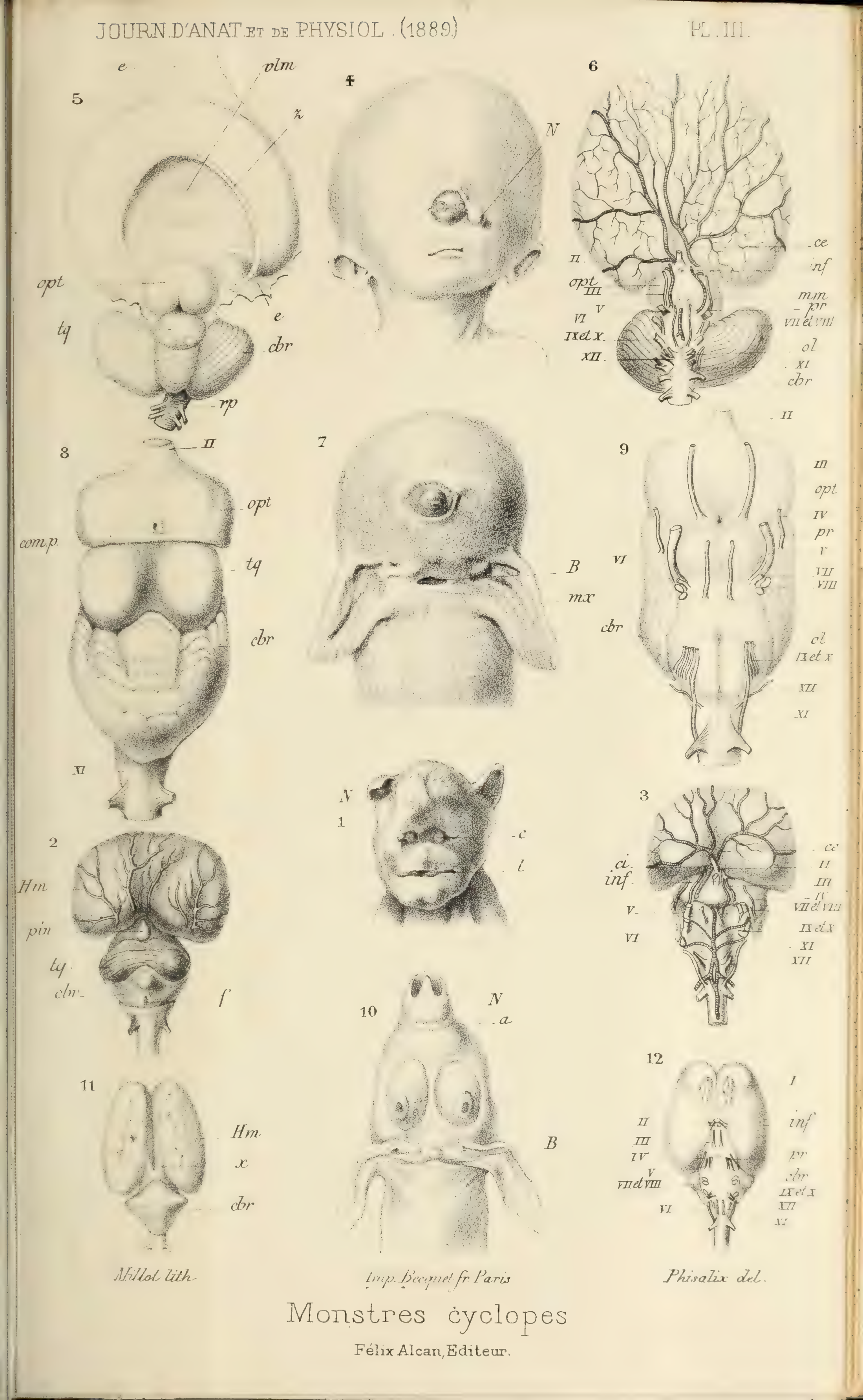
Félix Alcan, Editeur.



E. G. Balbiani del. Imp. Becquet fr. Paris. Millot lith.

Entophytes du tube digestif des Myriapodes.

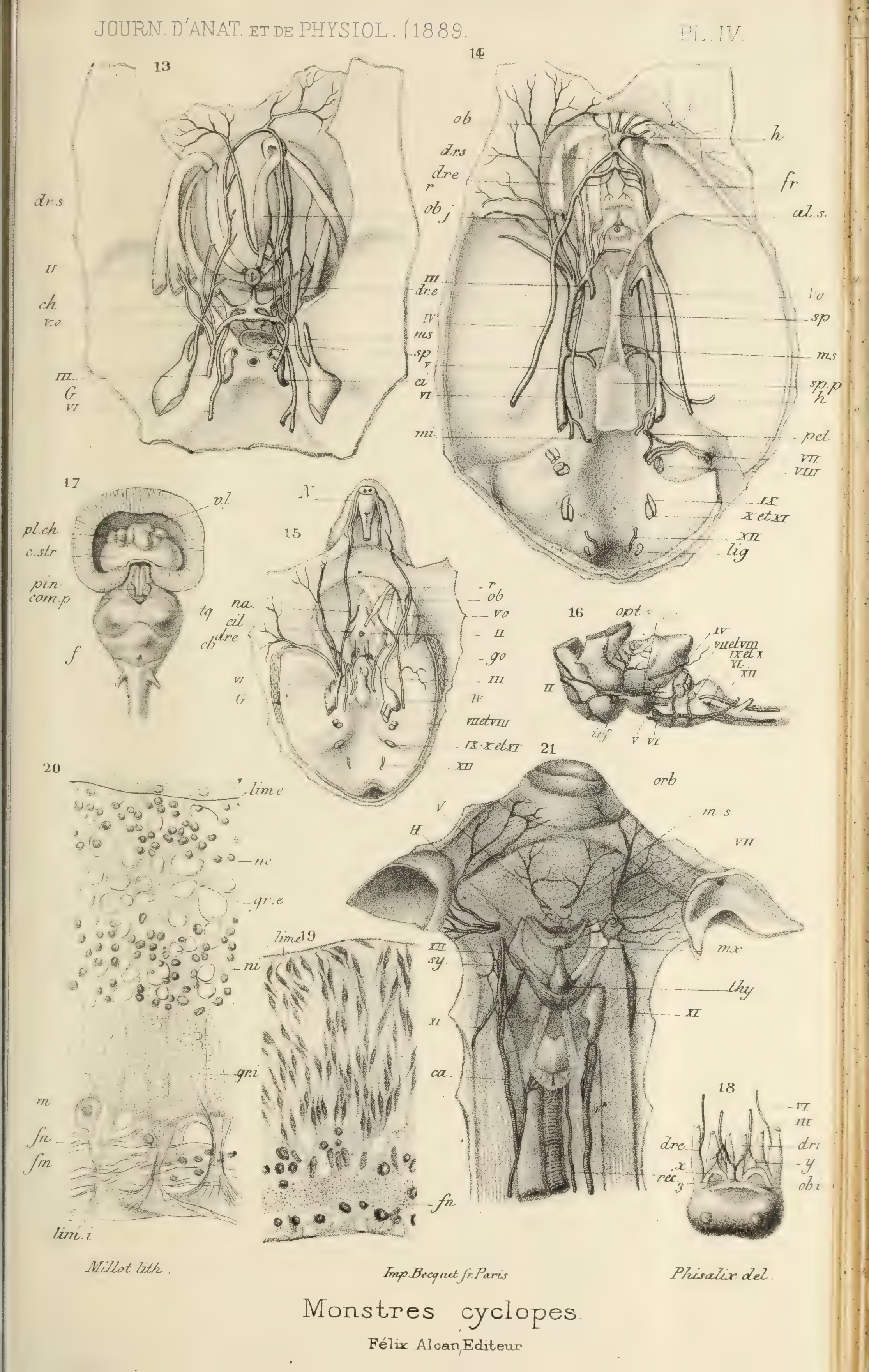
Félix Alcan, Editeur.



Millot lith. Imp. Becquet fr. Paris Phisalix del.

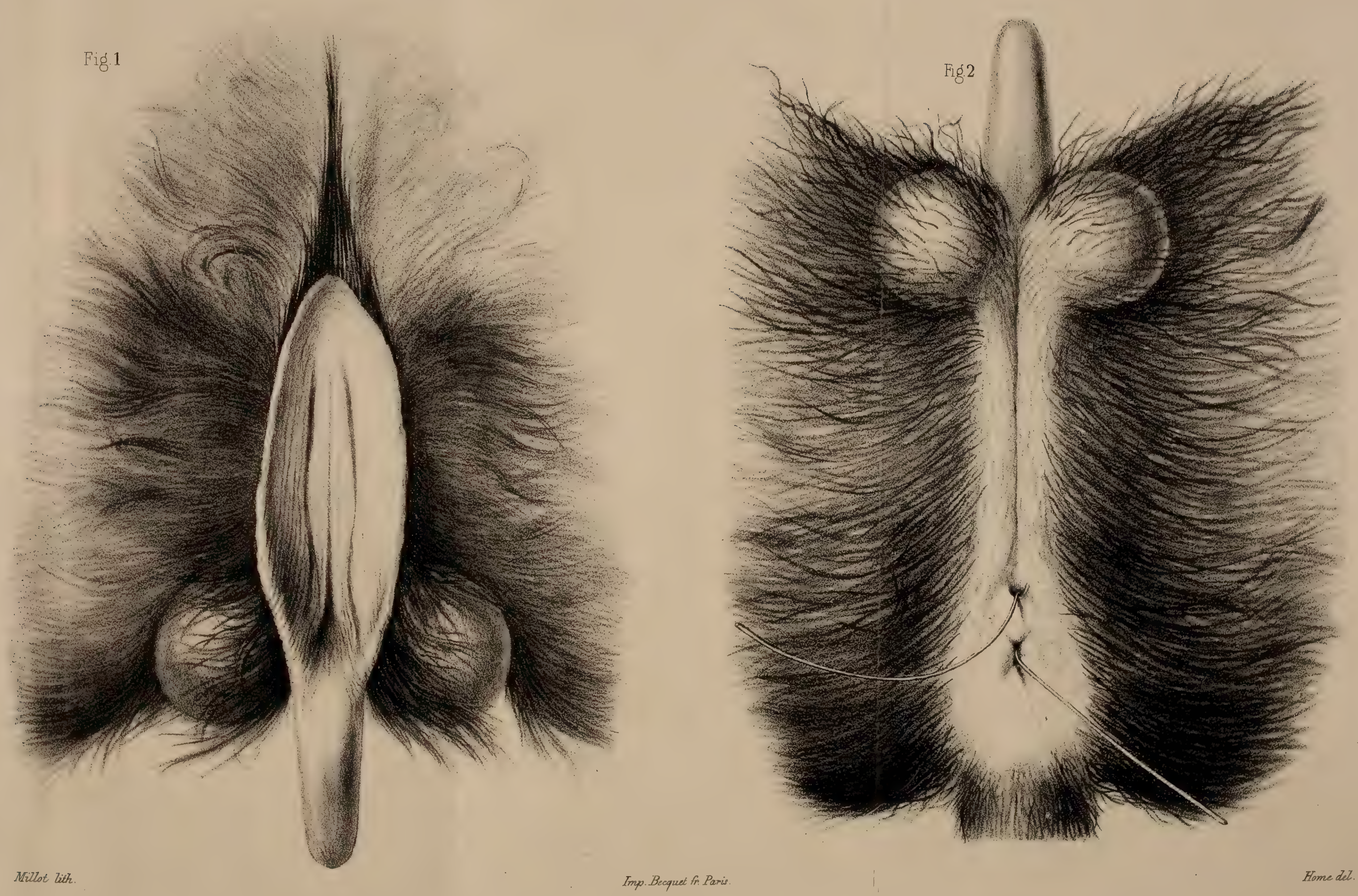
Monstres cyclopes

Félix Alcan, Editeur.



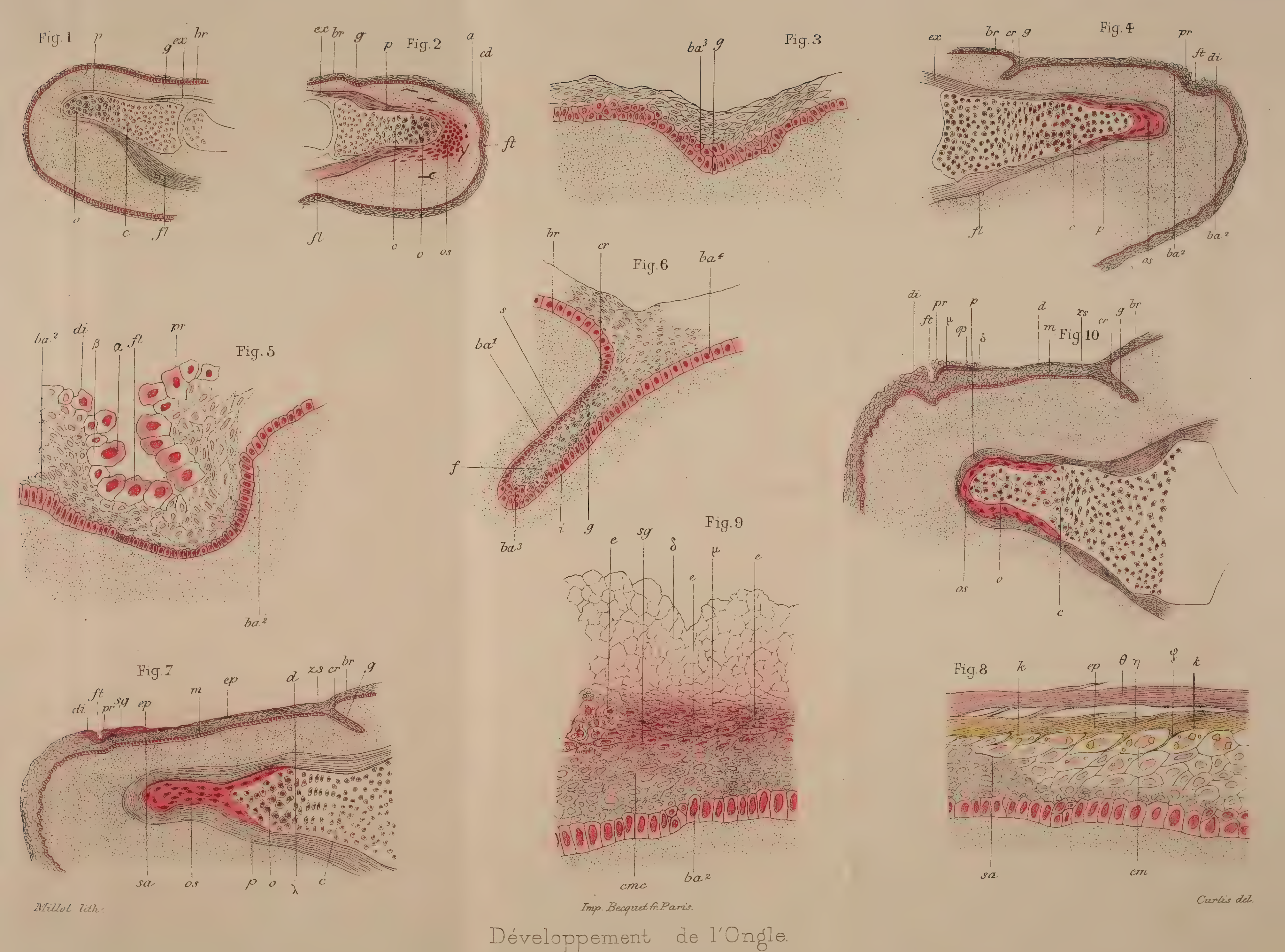
Monstres cyclopes.

Félix Alcan, Éditeur



Chien hypospade

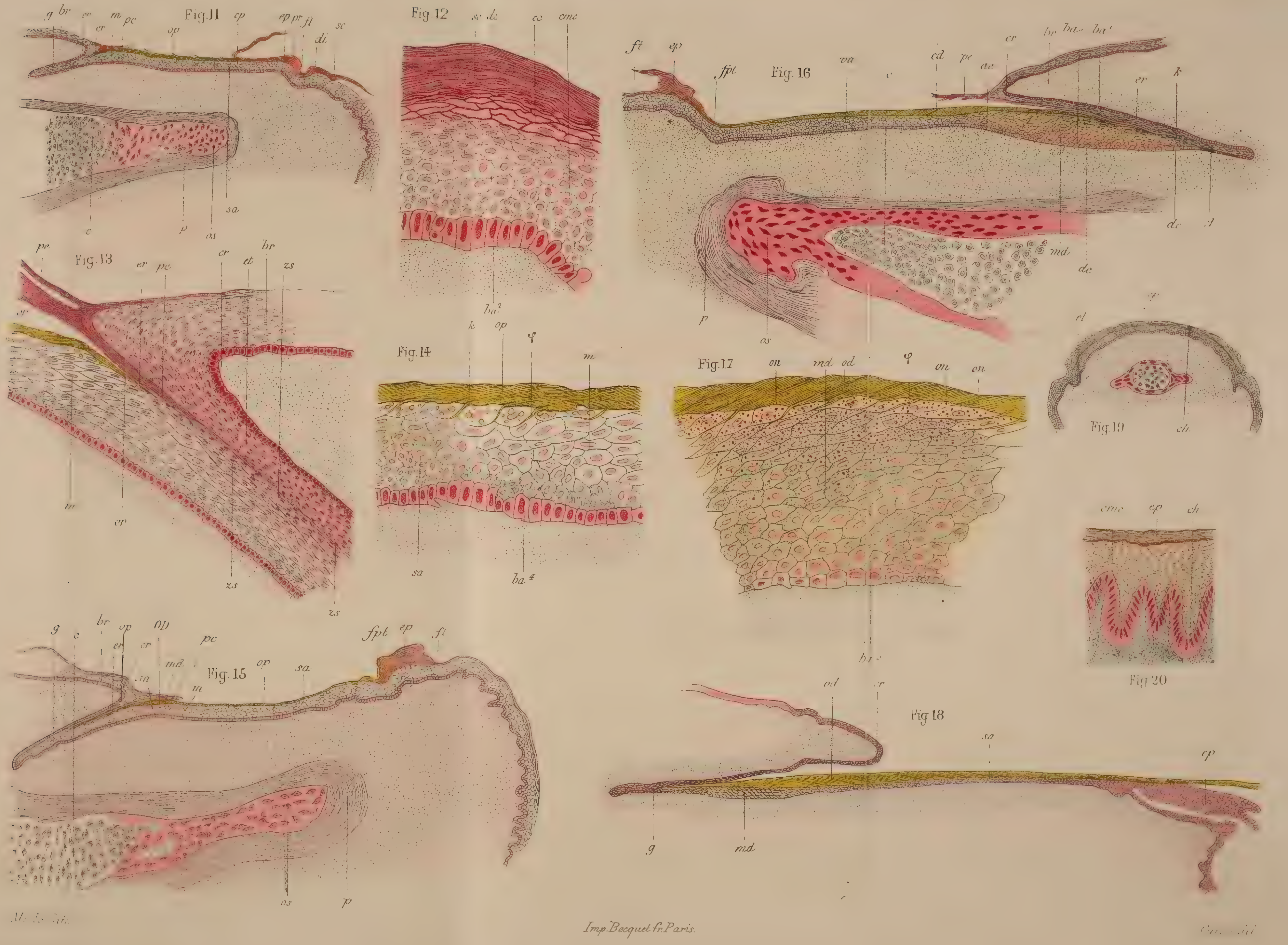
Félix Alcan, Editeur.



Millot lith. Imp. Becquet fr. Paris. Curtis del.

Développement de l'Ongle.

Félix Alcan. Editeur



Imp. Becquet fr. Paris.

Développement de l'Ongle

Félix Alcan Editeur.

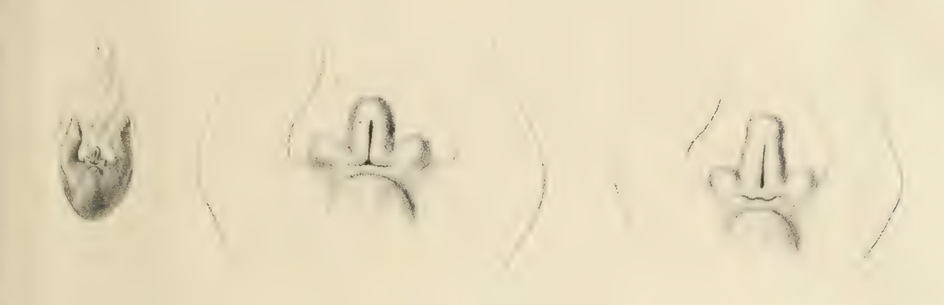


Fig. 1 (24 mill. e) Fig. 2 (24 mill. a) Fig. 3 (24 mill. d)







Fig. 4 (37 mill. ♂ a) Fig. 5 (4,6/6 cent. ♂ a) Fig. 6 (5,3/[illegible] cent. ♂ a)





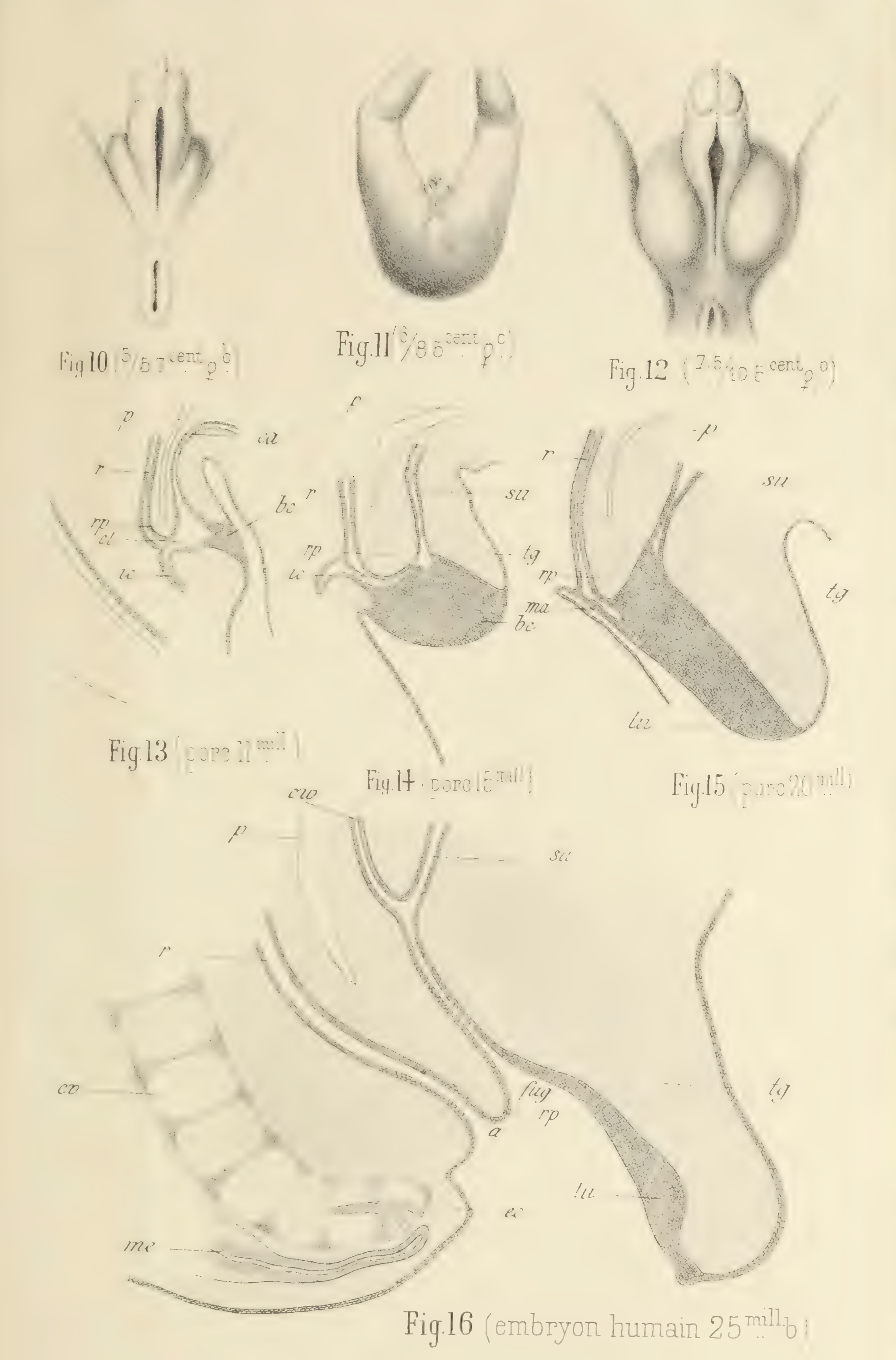


Fig. 7 (5,5/7 cent. ♂ a) Fig. 8 (6/8,5 cent. ♂ b) Fig. 9 (8,5/11 cent. ♂ a)

Bertaux ad. nat. del. *Imp. Becquet fr. Paris.* *A. M[illegible] lith.*

Développement du tubercule génital
chez le fœtus humain mâle.

Félix Alcan, Editeur.



Tourneux ad nat. del. *Imp. Becquet fr. Paris.* *A. Millot lith.*

Développement du tubercule génital chez le fœtus humain femelle.
Premiers développements chez le porc.

Félix Alcan, Editeur.

Fig. 17. (emi[illegible]on [illegible]4[illegible])

Fig. 18 (fœtu[illegible] 57 m[illegible] ♂ a[illegible])

Fig. 19 [illegible] ♂ a[illegible]

Tourneux ad nat. del.

Imp. Becquet fr. Paris

Développement de la verge chez l'homme

Félix Alcan, Editeur.

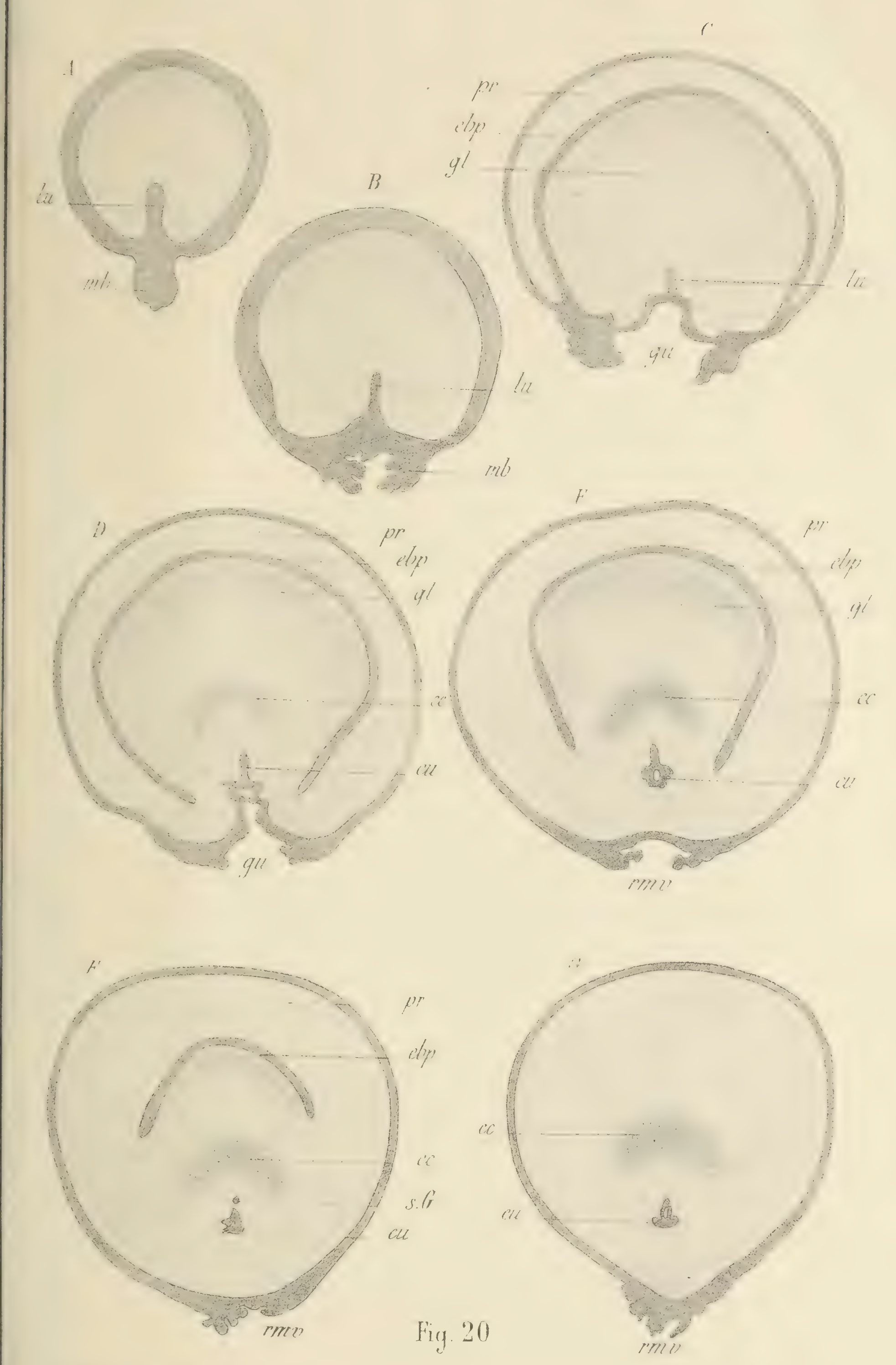


Fig. 20

Tourneux ad nat. del.

Imp. Becquet fr. Paris

Developpement de la verge chez le fœtus humai[n]
de 8.3/11 ctm a

Félix Alcan, Editeur.

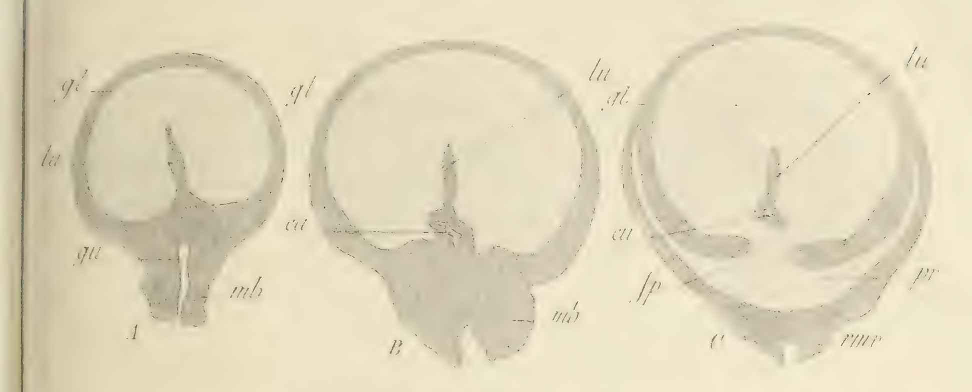


Fig. 21 (fœtus [illegible] cent. ♂ a)

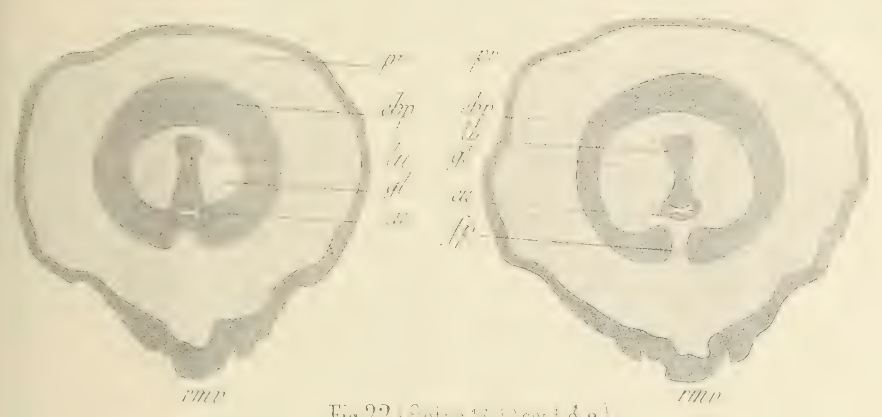


Fig. 22 (fœtus [illegible] cent. ♂ a)

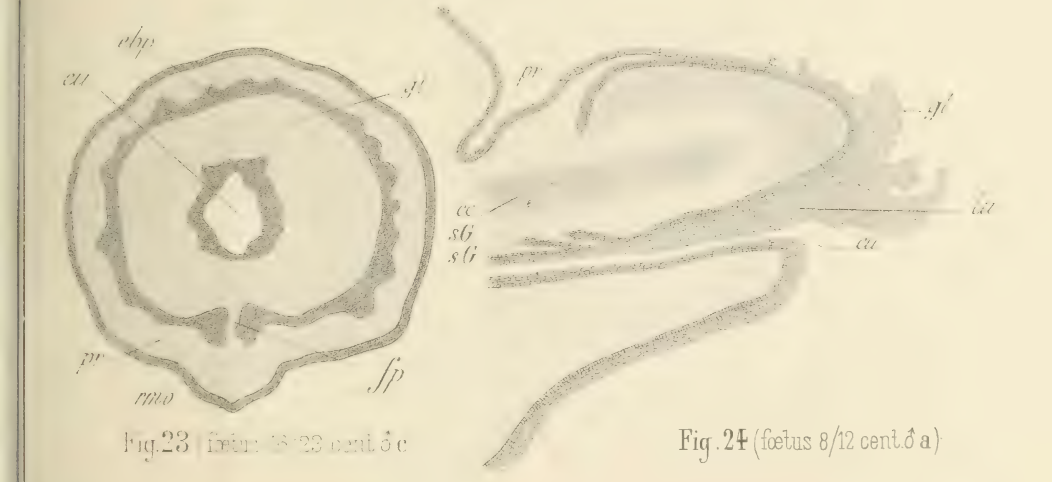


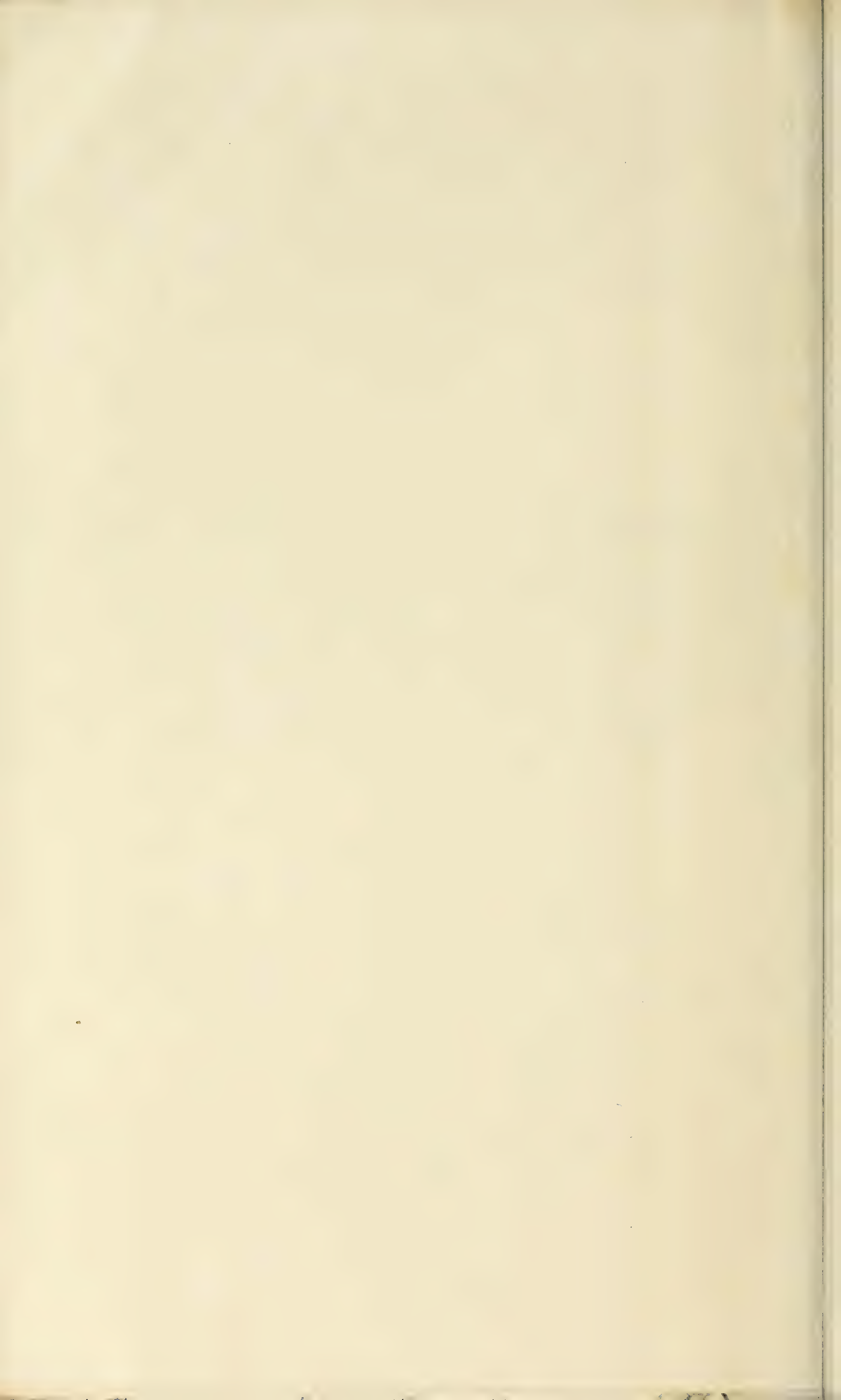
Fig. 23 (fœtus [illegible]/23 cent. ♂ c

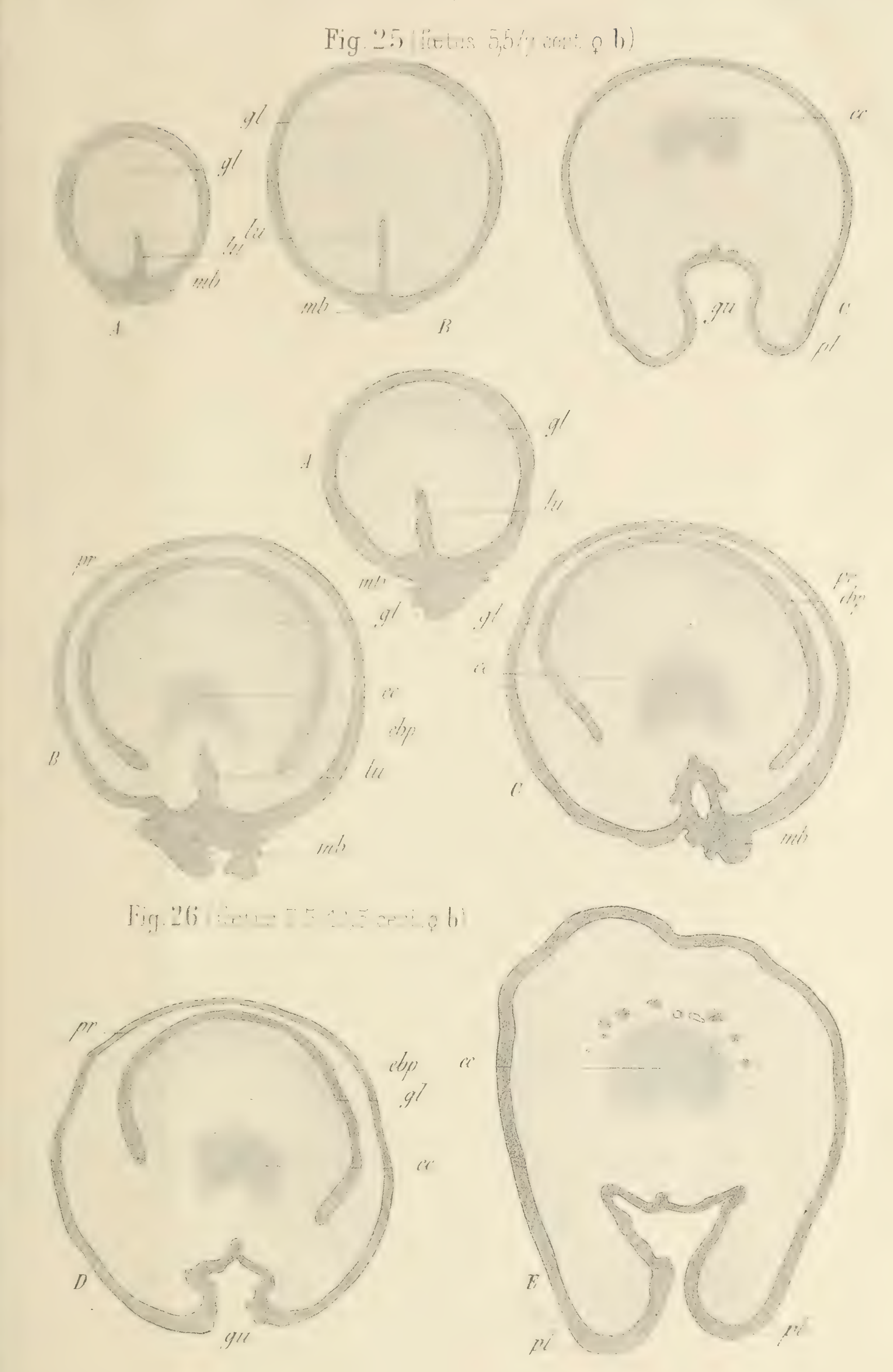
Fig. 24 (fœtus 8/12 cent. ♂ a)

Tourneux ad. nat. del. *Imp. Becquet fr. Paris.*

Développement de la verge chez le fœtus humain

Félix Alcan, Editeur.





Tourneux ad. nat. del. *Imp. Becquet fr. Paris.*

Développement du clitoris chez le fœtus humain

Félix Alcan, Éditeur



Mathias Duval del.

Dujardin sc.

Placenta des Rongeurs (PL I)

Félix Alcan Editeur

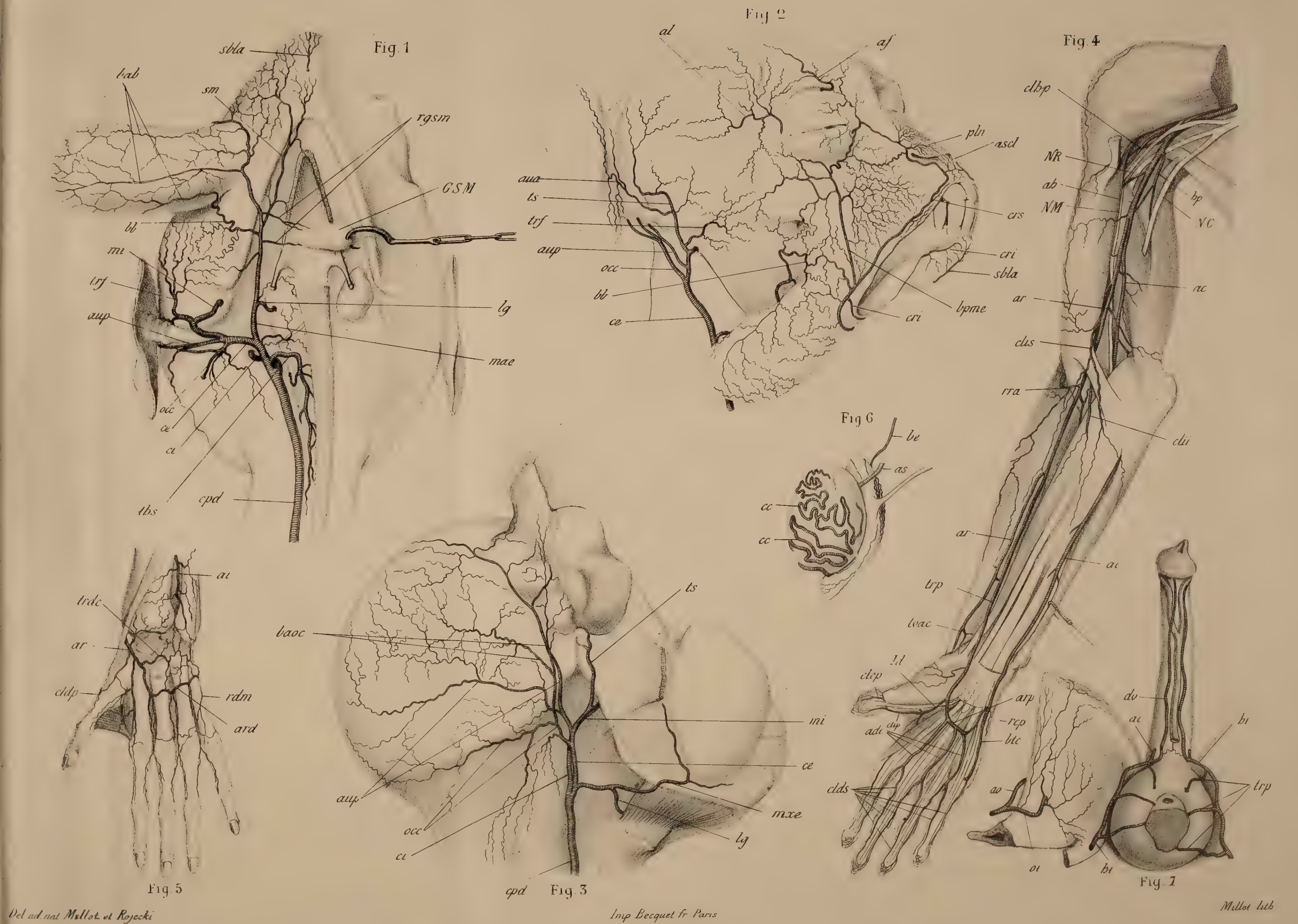


Mathias Duval del

Dujardin sc

Placenta des Rongeurs (Pl. II)

Félix Alcan Editeur



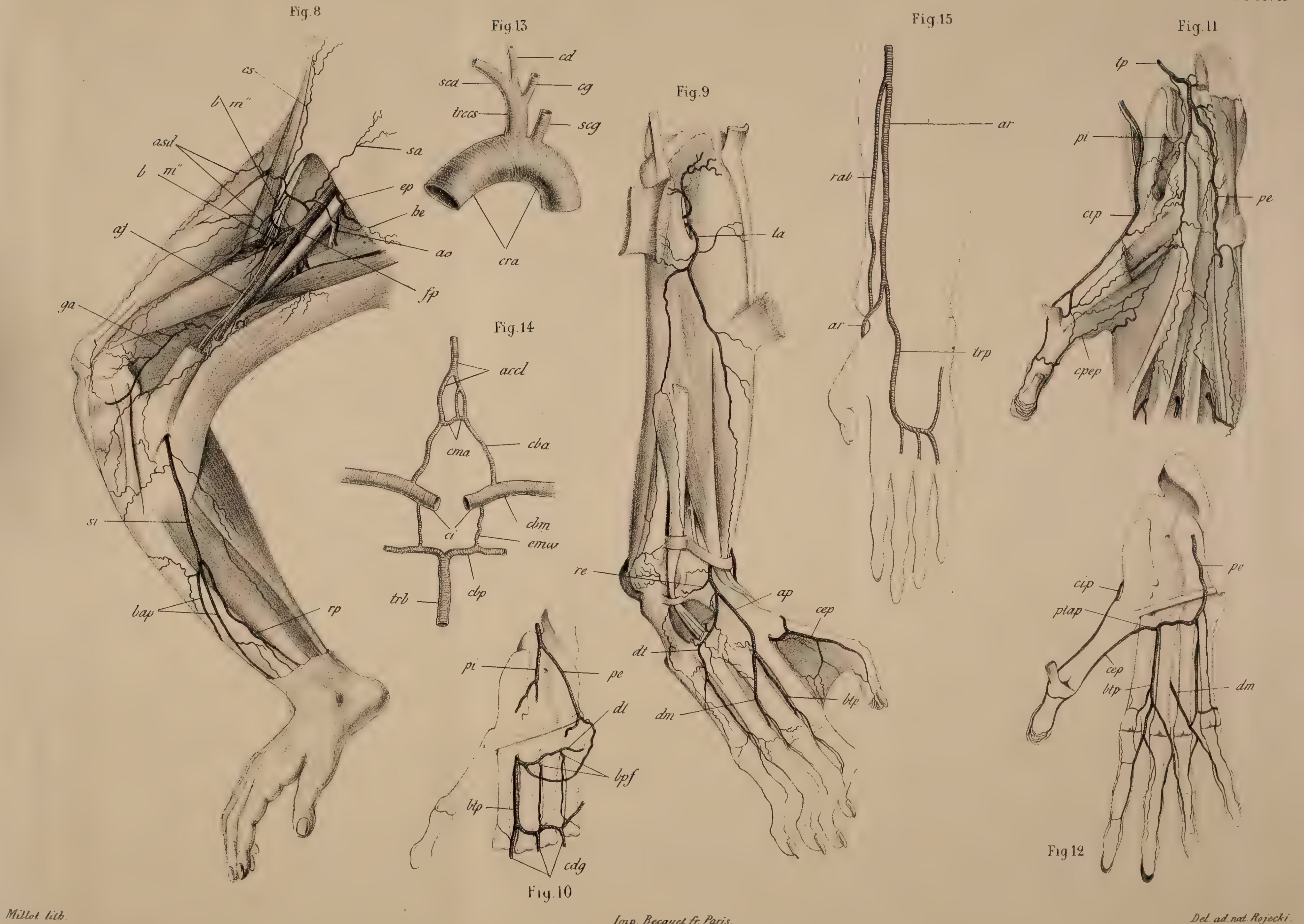
Del ad nat Millot et Rojecki

Imp Becquet fr Paris

Millot lith

Circulation artérielle chez le Macacus Cynomolgus et le M. Sinicus

Félix Alcan, Editeur.



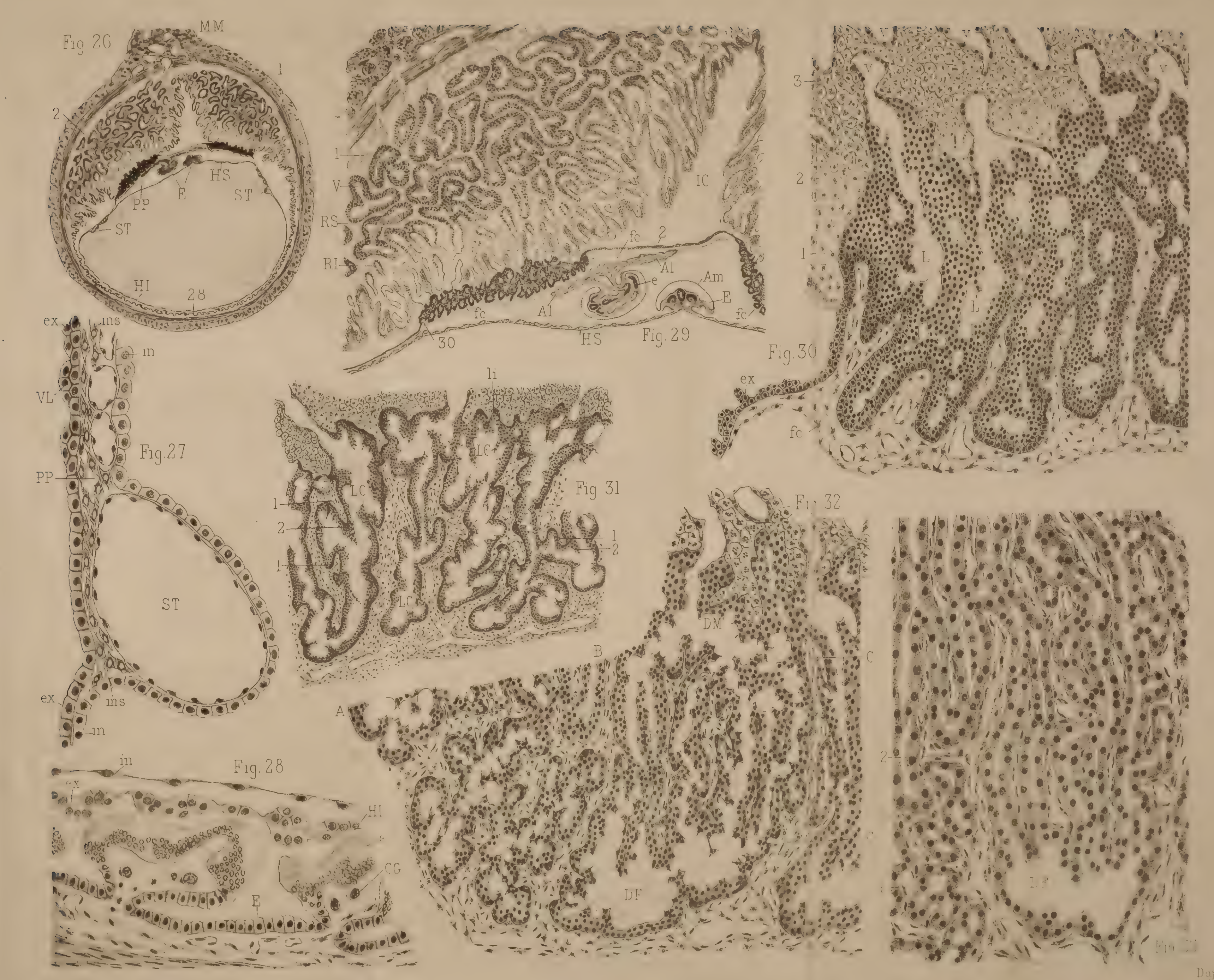
Millot lith.

Imp. Becquet fr. Paris.

Del. ad nat. Rojecki.

Circulation artérielle chez le Macacus Cynomolgus et le M. Sinicus

Felix Alcan, Editeur



Mathias Duval del

Dujardin sc.

Placenta des Rongeurs (Pl. III)

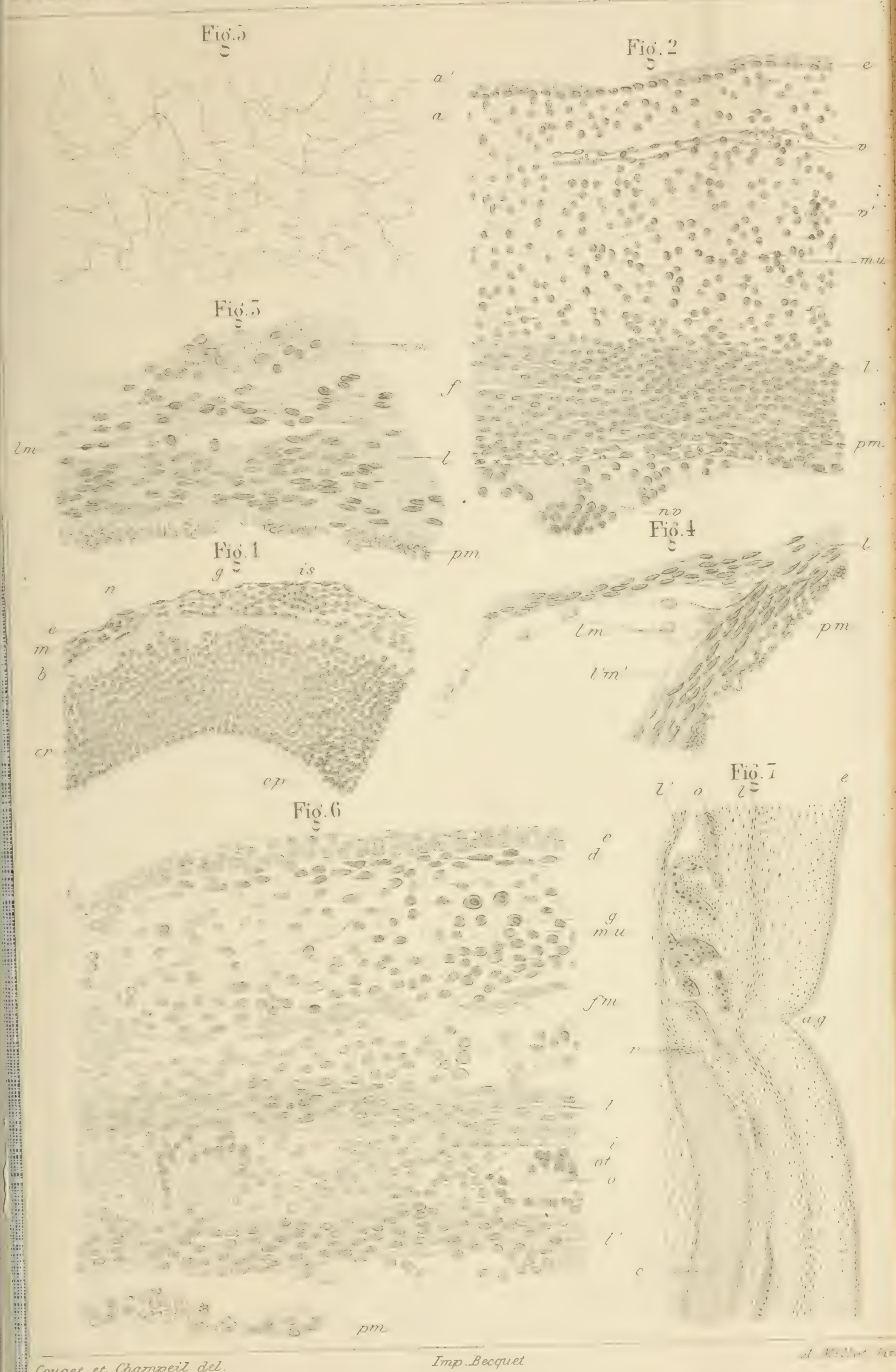
Félix Alcan, Editeur



Mathias Duval

Placenta des Rongeurs (Pl. IV)

Félix Alcan, Editeur



Gouget et Champeil del.

Imp. Becquet

Voûte du Crâne membraneux primordial

Félix Alcan Editeur

JOURNAL

DE

L'ANATOMIE

ET DE

LA PHYSIOLOGIE

NORMALES ET PATHOLOGIQUES

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

(FONDÉ PAR CHARLES ROBIN)

PUBLIÉ PAR MM.

GEORGES POUCHET
Professeur au Muséum d'histoire naturelle,

ET

MATHIAS DUVAL
Membre de l'Académie de médecine, professeur à la Faculté de médecine,

AVEC LE CONCOURS DE

MM. les Drs BEAUREGARD, CHABRY et TOURNEUX.

XXVe ANNÉE, 1889. — N° 1. — JANVIER-FÉVRIER

PARIS
ANCIENNE LIBRAIRIE GERMER BAILLIÈRE ET Cie
FÉLIX ALCAN, ÉDITEUR
108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 108

1889

Paru le 2 Avril 1889.

Le *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie* paraît tous les deux mois :

CONDITIONS DE LA SOUSCRIPTION

Un numéro	6 fr. »
Un an, pour Paris	30 »
— pour les départements et l'étranger	33 »

Les abonnements partent du 1er Janvier.

Les treize premières années, 1864, 1865, 1866, 1867, 1868, 1869, 1870-71, 1872, 1873, 1874, 1875, 1876 et 1877 sont en vente au prix de 20 fr. l'année, et de 3 fr. 50 la livraison. **Les années 1878 à 1888 se vendent 30 fr., et 6 fr. la livraison.**

CE JOURNAL PARAIT TOUS LES DEUX MOIS, ET CONTIENT :

1° Des *travaux originaux* sur les divers sujets que comporte son titre;

2° *Des analyses et comptes rendus* de travaux présentés aux Sociétés savantes françaises et étrangeres;

3° Une *revue* des publications qui se font à l'étranger sur la plupart des sujets qu'embrasse le titre de ce recueil.

IL A EN OUTRE POUR OBJET :

La *tératologie*, la *chimie organique*, l'*hygiène*, la *toxicologie* et la *médecine légale* dans leurs rapports avec l'anatomie et la physiologie;

Les applications de l'anatomie et de la physiologie à la *pratique de la médecine, de la chirurgie et de l'obstétrique.*

Les ouvrages à analyser, et tout ce qui concerne la rédaction, devront être adressés *franco* à la librairie FÉLIX ALCAN, 108, boulevard Saint-Germain.

2

TABLE DES MATIÈRES

Une grave maladie de notre dessinateur a retardé l'apparition de cette livraison; pour ne pas faire attendre plus longtemps nos abonnés, nous la publions sans les planches qui doivent accompagner le mémoire de M. Phisalix. Ces planches seront jointes à la livraison 2.

Le *Journal* a reçu et publiera dans son prochain numéro :
MATHIAS DUVAL. — Sur le placenta des Rongeurs.
LATASTE. — Sur les deux dentitions des mammifères.

Coulommiers. — Imp. P. BRODARD et GALLOIS.

JOURNAL
DE
L'ANATOMIE
ET DE
LA PHYSIOLOGIE
NORMALES ET PATHOLOGIQUES
DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

(FONDÉ PAR CHARLES ROBIN)

PUBLIÉ PAR MM.

GEORGES POUCHET
Professeur au Muséum d'histoire naturelle,

ET

MATHIAS DUVAL
Membre de l'Académie de médecine, professeur à la Faculté de médecine,

AVEC LE CONCOURS DE

MM. les Drs BEAUREGARD, CHABRY et TOURNEUX.

XXVe ANNÉE, 1889. — N° 2. — MARS-AVRIL

PARIS
ANCIENNE LIBRAIRIE GERMER BAILLIÈRE ET Cie
FÉLIX ALCAN, ÉDITEUR
108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 108

1889

Paru le 15 juin 1889.

Les abonnés trouveront dans cette livraison les planches III et IV qui devaient accompagner le mémoire de M. Phisalix dans le numéro précédent.

TABLE DES MATIÈRES

Le *Journal* a reçu et publiera dans son prochain numéro :

MATHIAS DUVAL. — Sur le placenta des Rongeurs.

Coulommiers. — Imp. P. BRODARD et GALLOIS.

JOURNAL

DE

L'ANATOMIE

ET DE

LA PHYSIOLOGIE

NORMALES ET PATHOLOGIQUES

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

(FONDÉ PAR CHARLES ROBIN)

PUBLIÉ PAR MM.

GEORGES POUCHET
Professeur au Muséum d'histoire naturelle,

ET

MATHIAS DUVAL
Membre de l'Académie de médecine, professeur à la Faculté de médecine,

AVEC LE CONCOURS DE

MM. les Drs BEAUREGARD, CHABRY et TOURNEUX.

XXVe ANNÉE, 1889. — N° 3. — MAI-JUIN

PARIS
ANCIENNE LIBRAIRIE GERMER BAILLIÈRE ET Cie
FÉLIX ALCAN, ÉDITEUR
108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 108

1889

Paru le 1er Septembre 1889.

TABLE DES MATIÈRES

Le *Journal* a reçu et publiera dans son prochain numéro :

MATHIAS DUVAL. — Sur le placenta des Rongeurs.

Coulommiers. — Imp. P. BRODARD et GALLOIS.

JOURNAL

DE

L'ANATOMIE

ET DE

LA PHYSIOLOGIE

NORMALES ET PATHOLOGIQUES

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

(FONDÉ PAR CHARLES ROBIN)

PUBLIÉ PAR MM.

GEORGES POUCHET

Professeur au Muséum d'histoire naturelle,

ET

MATHIAS DUVAL

Membre de l'Académie de médecine, professeur à la Faculté de médecine,

AVEC LE CONCOURS DE

MM. les Drs BEAUREGARD, CHABRY et TOURNEUX.

XXVe ANNÉE, 1889. — N° 4. — JUILLET-AOUT

PARIS

ANCIENNE LIBRAIRIE GERMER BAILLIÈRE ET Cie

FÉLIX ALCAN, ÉDITEUR

108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 108

1889

Paru le 4 Octobre 1889.

TABLE DES MATIÈRES

Le *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie* paraît tous les deux mois :

CONDITIONS DE LA SOUSCRIPTION

Un numéro	6 fr. »
Un an, pour Paris	30 »
— pour les départements et l'étranger	33 »

Les abonnements partent du 1er Janvier.

Les treize premières années, 1864, 1865, 1866, 1867, 1868, 1869, 1870-71, 1872, 1873, 1874, 1875, 1876 et 1877 sont en vente au prix de 20 fr. l'année, et de 3 fr. 50 la livraison. Les années 1878 à 1888 se vendent 30 fr., et 6 fr. la livraison.

CE JOURNAL PARAIT TOUS LES DEUX MOIS, ET CONTIENT :

1° Des *travaux originaux* sur les divers sujets que comporte son titre;
2° *Des analyses et comptes rendus* de travaux présentés aux Sociétés savantes françaises et étrangères;
3° Une *revue* des publications qui se font à l'étranger sur la plupart des sujets qu'embrasse le titre de ce recueil.

IL A EN OUTRE POUR OBJET :

La *tératologie,* la *chimie organique,* l'*hygiène,* la *toxicologie* et la *médecine légale* dans leurs rapports avec l'anatomie et la physiologie;
Les applications de l'anatomie et de la physiologie à la *pratique de la médecine, de la chirurgie et de l'obstétrique.*

Les ouvrages à analyser, et tout ce qui concerne la rédaction, devront être adressés *franco* à la librairie FÉLIX ALCAN, 108, boulevard Saint-Germain.

Coulommiers. — Imp. P. BRODARD et GALLOIS.

JOURNAL

DE

L'ANATOMIE

ET DE

LA PHYSIOLOGIE

NORMALES ET PATHOLOGIQUES

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

(FONDÉ PAR CHARLES ROBIN)

PUBLIÉ PAR MM.

GEORGES POUCHET

Professeur au Muséum d'histoire naturelle,

ET

MATHIAS DUVAL

Membre de l'Académie de médecine, professeur à la Faculté de médecine,

AVEC LE CONCOURS DE

MM. les Drs BEAUREGARD, CHABRY et TOURNEUX.

XXVe ANNÉE, 1889. — N° 5. — SEPTEMBRE-OCTOBRE

PARIS

ANCIENNE LIBRAIRIE GERMER BAILLIÈRE ET Cie

FÉLIX ALCAN, ÉDITEUR

108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 108

—

1889

Paru le 31 octobre 1889.

10

TABLE DES MATIÈRES

Le *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie* paraît tous les deux mois :

CONDITIONS DE LA SOUSCRIPTION

Un numéro	6 fr.	»
Un an, pour Paris	30	»
— pour les départements et l'étranger	33	»

Les abonnements partent du 1er Janvier.

Les treize premières années, 1864, 1865, 1866, 1867, 1868, 1869, 1870-71, 1872, 1873, 1874, 1875, 1876 et 1877 sont en vente au prix de 20 fr. l'année, et de 3 fr. 50 la livraison. Les années 1878 à 1888 se vendent 30 fr., et 6 fr. la livraison.

CE JOURNAL PARAIT TOUS LES DEUX MOIS, ET CONTIENT :

1° Des *travaux originaux* sur les divers sujets que comporte son titre;

2° *Des analyses et comptes rendus* de travaux présentés aux Sociétés savantes françaises et étrangères;

3° Une *revue* des publications qui se font à l'étranger sur la plupart des sujets qu'embrasse le titre de ce recueil.

IL A EN OUTRE POUR OBJET :

La *tératologie*, la *chimie organique*, l'*hygiène*, la *toxicologie* et la *médecine légale* dans leurs rapports avec l'anatomie et la physiologie;

Les applications de l'anatomie et de la physiologie à la *pratique de la médecine, de la chirurgie et de l'obstétrique.*

Les ouvrages à analyser, et tout ce qui concerne la rédaction, devront être adressés *franco* à la librairie Félix Alcan, 108, boulevard Saint-Germain.

Coulommiers. — Imp. P. Brodard et Gallois.

JOURNAL
DE
L'ANATOMIE
ET DE
LA PHYSIOLOGIE
NORMALES ET PATHOLOGIQUES
DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

(FONDÉ PAR CHARLES ROBIN)

PUBLIÉ PAR MM.

GEORGES POUCHET
Professeur au Muséum d'histoire naturelle,

ET

MATHIAS DUVAL
Membre de l'Académie de médecine, professeur à la Faculté de médecine,

AVEC LE CONCOURS DE

MM. les Drs BEAUREGARD, CHABRY et TOURNEUX.

XXVe ANNÉE, 1889. — N° 6. — NOVEMBRE-DÉCEMBRE

PARIS
ANCIENNE LIBRAIRIE GERMER BAILLIÈRE ET Cie
FÉLIX ALCAN, ÉDITEUR
108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 108

1889

Paru le 30 Décembre 1889.

12

TABLE DES MATIÈRES

Le *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie* paraît tous les deux mois :

CONDITIONS DE LA SOUSCRIPTION

Un numéro . . . . 6 fr. »
Un an, pour Paris . . . . 30 »
— pour les départements et l'étranger . . . . 33 »

Les abonnements partent du 1er Janvier.

Les treize premières années, 1864, 1865, 1866, 1867, 1868, 1869, 1870-71, 1872, 1873, 1874, 1875, 1876 et 1877 sont en vente au prix de 20 fr. l'année, et de 3 fr. 50 la livraison. Les années 1878 à 1889 se vendent 30 fr., et 6 fr. la livraison.

CE JOURNAL PARAIT TOUS LES DEUX MOIS, ET CONTIENT :

1° Des *travaux originaux* sur les divers sujets que comporte son titre;
2° *Des analyses et comptes rendus* de travaux présentés aux Sociétés savantes françaises et étrangères;
3° Une *revue* des publications qui se font à l'étranger sur la plupart des sujets qu'embrasse le titre de ce recueil.

IL A EN OUTRE POUR OBJET :

La *tératologie*, la *chimie organique*, l'*hygiène*, la *toxicologie* et la *médecine légale* dans leurs rapports avec l'anatomie et la physiologie;
Les applications de l'anatomie et de la physiologie à la *pratique de la médecine, de la chirurgie et de l'obstétrique.*

Les ouvrages à analyser, et tout ce qui concerne la rédaction, devront être adressés *franco* à la librairie FÉLIX ALCAN, 108, boulevard Saint-Germain.

Coulommiers. — Imp. P. BRODARD et GALLOIS.

